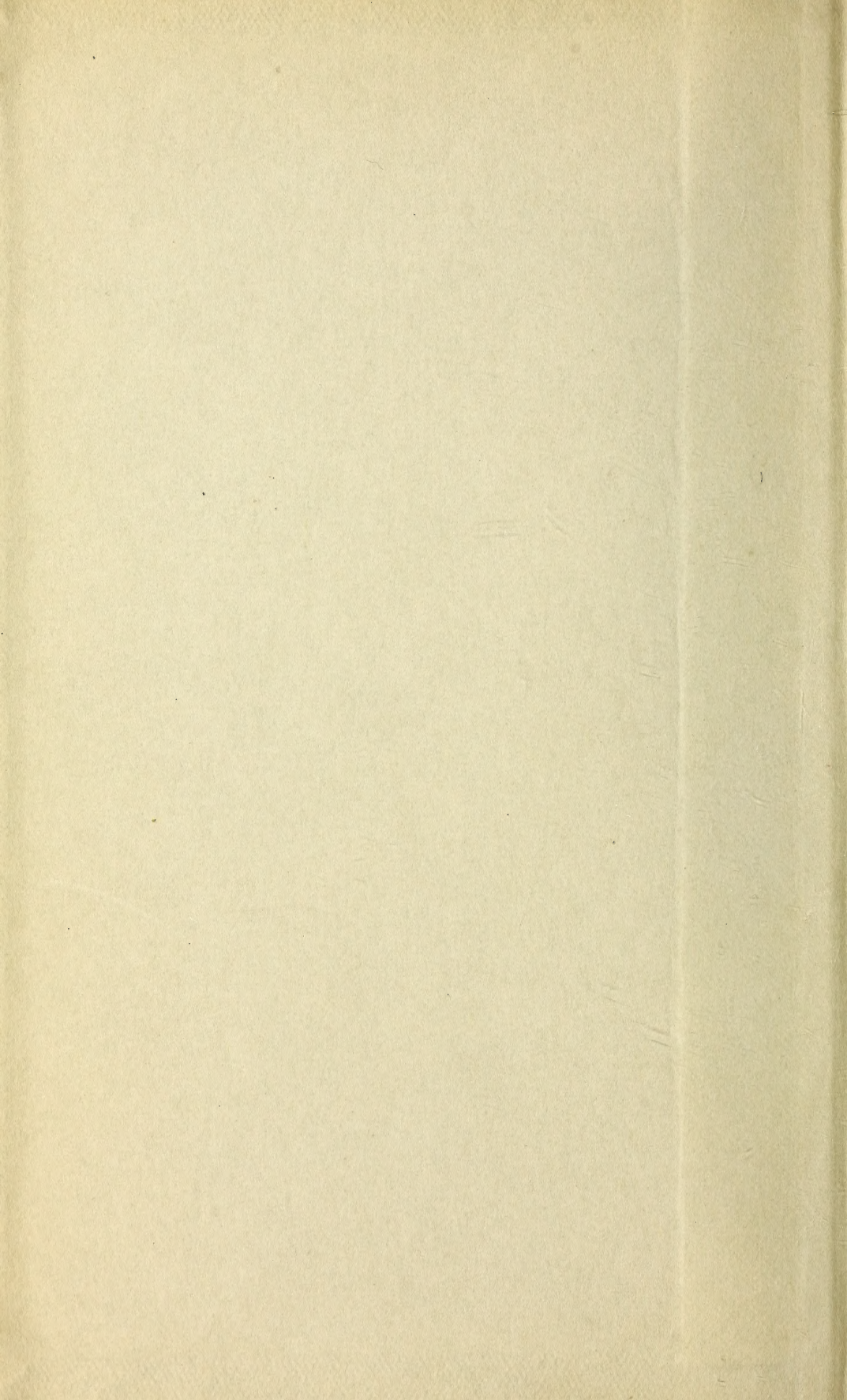




BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE**DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE**

PROCÈS-VERBAUX des séances. — MÉMOIRES.**TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS. — BIBLIOGRAPHIE.****Notes et informations diverses.**

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE
DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

PROCÈS-VERBAUX des séances. — MÉMOIRES.
TRADUCTIONS et REPRODUCTIONS. — BIBLIOGRAPHIE.
Notes et informations diverses.

Tome XVIII

(Deuxième série, tome VIII)

ANNÉE 1904

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1904-1905

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

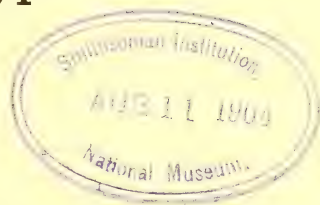
DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XVIII

(Deuxième série, tome VIII)

ANNÉE 1904



BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BRUXELLES

TOME XVIII — ANNÉE 1904

SÉANCE MENSUELLE DU 19 JANVIER 1904.

Présidence de M. A. Rutot, vice-président.

La séance est ouverte à 8 h. 55.

M. le Président *X. Stainier*, souffrant, fait excuser son absence.

M. le *Vice-Président* fait part à l'Assemblée du décès de M. le Dr *Karl Alfred von Zittel*, membre honoraire de la Société. (*Condoléances.*)

M. le Dr *Van de Wiele* a bien voulu rédiger une notice biographique relative à cet éminent confrère, laquelle sera publiée dans le présent procès-verbal.

M. le *Président* annonce également la mort de notre estimé confrère, M. *F. Gilbert*, ancien directeur-gérant de charbonnage, membre associé regnicole de la Société. Des condoléances ont été adressées à la famille.

M. le *Président* est heureux de porter à la connaissance de l'Assemblée que M. *X. Stainier*, Président de la Société, a été nommé Membre de la Commission de la *Belgica* et que M. *Ém. Harzé*, directeur général honoraire des mines, a été appelé à faire partie de la Commission permanente de l'Université libre de Bruxelles. (*Applaudissements.*)

Il signale enfin que l'Académie des sciences de Paris a attribué à M. *Emmanuel de Margerie*, membre effectif de la Société, le prix Delesse, pour le récompenser de ses beaux travaux et des services sans nombre qu'il a rendus à la science géologique. (*Applaudissements.*)

Correspondance :

M. *Cornet* fait connaître que l'on a trouvé dernièrement des *Méduses* dans le lac Victoria, alors que l'on croyait ces organismes localisés dans

le Tanganyka, et il annonce que ce fait sera commenté par lui au sujet de la thèse du « Relicten-See ». Il annonce à nos confrères l'apparition prochaine de son *Traité de géologie élémentaire*, spécialement basé sur l'exposé de faits concrets, tangibles, vérifiables par chacun. L'ouvrage sera intitulé : *Premières notions de Géologie*; il aura le format in-8°, 240 pages de texte et 29 figures originales.

M. le *Président* applaudit à cette heureuse initiative, qui est appelée à rendre de grands services, notamment à ceux d'entre nos compatriotes qui sont encore peu initiés à la Géologie.

M. le *D^r Gilbert* remercie pour les condoléances qui lui ont été adressées à l'occasion de la mort de son regretté père.

M. *E. Van den Broeck* exprime ses remerciements pour les sentiments de vive sympathie qui lui ont été témoignés lors de son récent mariage; il fait de nouveau appel à ses collègues pour obtenir, dans l'accomplissement de la lourde tâche du Secrétariat, l'aide d'un secrétaire d'ordre spécialement scientifique. Ses nouveaux devoirs ne lui permettront plus, en effet, de s'occuper de la Société d'une manière aussi active ni aussi continue que par le passé.

L'*Académie d'Arras* annonce la réunion à Arras, en 1904, d'un *Congrès des sociétés savantes du Nord de la France et de la Belgique* et fait connaître le programme de ses assises scientifiques.

Le Comité exécutif du *V^e Congrès géographique italien* annonce que celui-ci se tiendra à Naples en 1904.

M. *G. Pissarro* annonce la mise en vente de l'*Iconographie complète des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris*, en collaboration avec M. *Cossmann*.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

4272. ... *Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région aurifère d'Iénisséï*. Livraison IV. Saint-Petersbourg, 1903. Brochure in-8° de 73 pages et 2 cartes.

4273. ... *Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région aurifère de Léna.* Livraison II. Saint-Petersbourg, 1903. Brochure in-8° de 81 pages et 1 carte.
4274. **Boehm, Georg.** *Geologische Ergebnisse seiner Reisen in den Molukken.* Budapest, 1903. Extrait in-4° de 1 page.
4275. **Credner, H.** *Die neueren Anschauungen über die genetischen Verhältnisse des Granulitgebirges.* Leipzig, 1903. Extrait in-8° de 6 pages.
4276. **Gaudry, Alb.** *Discours prononcé à la séance publique annuelle du lundi 21 décembre 1903 de l'Académie des sciences de Paris.* Paris, 1903. Extrait in-4° de 15 pages.
4277. **de Lapparent, A.** *La science et le paysage.* Paris, 1903. Extrait in-4° de 3 pages.
4278. **von Kalcinszky, Al.** *Die Mineralkohlen der Länder der Ungarischen Krone mit besonderer Rücksicht auf ihre chemische Zusammensetzung und praktische Wichtigkeit.* Budapest, 1903. Extrait in-8° de 323 pages et 1 carte.
4279. **Kemna, Ad.** *Sur le caractère naturel de la division des Foraminifères en imperforés et perforés. Les caractères structuraux de la coquille des Foraminifères flottants.* Bruxelles, 1903. Extraits in-8° de 13 et 19 pages.
4280. **Kemna, Ad.** *Les caractères généraux des Vertébrés.* Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 11 pages.
4281. **Kemna, Ad.** *La vie et l'œuvre de Carl Gegenbaur. Notice biographique.* Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 24 pages.
4282. **Laska, W.** *Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge. N° XXII. Bericht über die seismologischen Aufzeichnungen des Jahres 1902 in Lemberg.* Vienne, 1903. Extrait in-8° de 37 pages.
4283. **Leriche, M.** *Le Pteraspis de Liévin (Pas-de-Calais) (Pteraspis Crouchi Lankester).* Lille, 1903. Extrait in-8° de 15 pages et 3 planches.
4284. **Leriche, M.** *Sur une pholade (Martesia Heberti Deshayes) du Tuffeau landenien (Thanétien) du Nord de la France.* Lille, 1903. Extrait in-8° de 4 pages et 1 planche.
4285. **Leriche, M.** *L'Éocène des environs de Trélon (Nord).* Lille, 1903. Extrait in-8° de 12 pages.

4286. **Leriche, M.** *Sur les relations des mers des bassins parisien et belge à l'époque ypresienne.* Lille, 1903. Extrait in-8° de 7 pages.
4287. **Leriche, M.** *Note préliminaire sur une faune d'Ostracodermes récemment découverte à Pernes (Pas-de-Calais).* Lille, 1903. Extrait in-8° de 3 pages.
4288. **Mazelle, Ed.** *Mitteilungen der Erdbeben-Kommission des Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge. N° XX. Erdbebenstörungen zu Triest beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1902.* Vienne, 1903. Extrait in-8° de 87 pages.
4289. ... *Statistique de la Belgique. Recensement agricole de 1902 publié par le Ministre de l'Agriculture.* Bruxelles, 1903. Volume grand in-8° de 261 pages.
4290. **Mourlon, M.** *Résultat du Referendum bibliographique.* Liège, 1903. Extrait in-8° de 9 pages.
4291. **Toula, F.** *Der gegenwärtige Stand der geologischen Erforschung der Balkanhalbinsel und des Orients.* Budapest, 1903. Extrait in-4° de 4 pages.

M. le Secrétaire général annonce ensuite l'apparition de l'intéressante étude de M. J. Cornet publiée dans un des derniers numéros du *Mouvement géographique* et intitulée : *La Meuse ardennaise*; il exprime l'avis qu'il y a lieu de la reproduire dans le *Bulletin*. (*Assentiment*.)

Ce travail figurera donc dans le recueil de nos *Traductions et reproductions*.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

MM. DELADRIER, ÉMILE, docteur en sciences, rue Royale, 135, à Bruxelles.

LE BON, HENRI, avocat-avoué, rue Mercelis, 80, à Bruxelles.

PAULET, PEDRO-E., consul du Pérou, ingénieur-chimiste, place de Meir, 105, à Anvers.

Le Professeur Karl von Zittel.

Nous remplissons le triste devoir de signaler la mort d'un collègue éminent, le professeur Karl von Zittel, survenue le 5 janvier de cette année. Il s'était conquis une position scientifique des plus élevées. Plus que tout autre, il a contribué à l'organisation de la science paléontologique et à lui faire reconnaître la position à laquelle elle a droit. De son labeur enthousiaste et fécond, il a laissé deux grands ouvrages, splendides monuments, qui pendant de longues années encore domineront la science.

Nommé jeune à la chaire de paléontologie de l'Université de Munich, après s'être formé aux Universités de Heidelberg, Paris et Vienne, il ne tarda pas à donner à son cours une importance scientifique des plus étendues. Il fut le professeur au vrai sens du mot. Il ne se borna pas à donner un cours, il sut créer des élèves et des collaborateurs; aussi les étudiants de toutes les parties du monde ne tardèrent pas à venir se ranger autour de lui, et son laboratoire était devenu l'un des centres de la science paléontologique. Travailleur minutieux et consciencieux, le savant ne s'est jamais laissé séduire par l'enthousiasme; il semblait se défier des théories, et il se plaisait à opposer la timidité des savants de la période anté-darwinienne, à l'exubérance théorique qui sévit de nos jours, cette dernière lui faisant redouter une période d'anarchie scientifique.

Nous ne nous étendrons pas sur ses ouvrages, qui ont été longuement passés en revue dans notre *Bulletin*. Pendant longtemps encore ils seront consultés avec fruit, et il n'est pas probable qu'ils soient remplacés de sitôt.

Le professeur von Zittel est mort en plein travail, comblé d'honneurs; mais ce qui caractérise sa modestie en même temps que sa distinction morale, c'est qu'il se plaisait à dire que son plus grand titre de gloire était de se sentir honoré de la fervente amitié de ses nombreux élèves, qui se rencontrent dans tous les pays où la science est en honneur.

V. D. W.

Communications des membres :

M. Ad. Kemna expose la seconde partie de sa communication sur les Poissons fossiles et s'attache spécialement à faire connaître l'état actuel de la science en ce qui concerne les *Conodontes* et les *Ptéraspidés*.

Ce travail paraîtra aux *Mémoires*.

La parole est ensuite donnée à M. l'ingénieur A. GOBERT pour sa communication annoncée à l'ordre du jour sous le titre : *Établissement de puits de mines à travers les terrains aquifères SALÉS situés à des profondeurs auxquelles le procédé Chaudron n'est pas applicable.*

L'auteur a envoyé le résumé ci-dessous de cette communication, dont il se réserve de fournir plus tard l'exposé détaillé pour les *Mémoires*.

La communication de M. *Gobert* est relative au fonçage des puits de mine à travers les morts-terrains du bassin houiller de la Campine.

D'après M. *Gobert*, ce fonçage présenterait les trois difficultés suivantes :

1° Beaucoup de ces terrains ont des puissances telles que le procédé Kind et Chaudron n'est pas applicable ;

2° Certains terrains sont tellement fluides et mous que les procédés à niveau vide ne seraient pas possibles ;

3° Il existe des nappes aquifères salées qui rendraient le système par congélation d'un emploi difficile.

Pour parer à ces inconvénients, M. *Gobert* propose de dessaler ces nappes par des injections d'eau douce, puis de foncer les puits par congélation.

Il présente son projet à l'Assemblée en demandant qu'on veuille bien le discuter.

M. *Rutot* félicite M. *Gobert* de son intéressante communication et, à son avis, la première question qui se pose est de savoir si le cas signalé par M. *Gobert* se présente souvent en Campine.

M. *Kersten* rappelle que certains sondages pratiqués dans la Campine ont fait constater la présence d'une nappe artésienne jaillissante, gisant à des profondeurs allant jusque 535 mètres. En beaucoup de points, on a reconnu que cette eau était salée et qu'elle contenait jusque 8 grammes de sel par litre. On se préoccupe beaucoup des méthodes à employer pour le fonçage des puits de mine dans cette région du pays sans que maintenant on soit arrivé à un résultat satisfaisant.

M. *Léon Gérard* dit que la congélation de l'eau de mer à la pression et à la température ordinaires a lieu à — 2° centigrades par temps calme. Il fait remarquer que dans les profondeurs des morts-terrains de la Campine, des phénomènes de pression et de chaleur viendront s'ajouter aux difficultés habituelles de la congélation.

M. *Kersten* fait observer que la profondeur maxima d'un puits de

mine foncé par la congélation a été atteinte à Harchies, où l'on est arrivé jusque 236 mètres. Au delà, il devient difficile de garantir la verticalité des trous de sonde servant à la circulation du liquide congélateur. Or, un défaut important de verticalité peut amener des inconvénients très graves.

M. *Rutot*, remarquant que les eaux salées sont contenues dans les fissures des roches crétacées, estime que leur circulation ne peut être très rapide; dans ces conditions et en se plaçant au seul point de vue envisagé par M. *Gobert*, il estime qu'il serait possible de dessaler ces eaux à la condition, toutefois, de pomper les eaux salées en même temps qu'on injecte de l'eau douce.

M. *Légrand* dit que jusqu'aujourd'hui les renseignements fournis par les sondages de la Campine ne sont pas définitifs, les constatations faites n'étant pas suffisantes.

M. *Van den Broeck* soulève la question du sens de la translation d'ensemble de ces eaux souterraines et fait ressortir la nécessité qu'il y a de reconnaître, préalablement aux travaux préconisés par M. *Gobert*, la *direction* des courants souterrains. Si l'on peut admettre comme justifié le creusement des puits d'injection d'eau douce en amont de la circulation souterraine, il n'en est pas de même en aval, où l'injection d'eau douce serait de peu d'utilité, à moins de pompes tellement énergiques qu'ils renverseraient localement le sens de la circulation souterraine.

M. *Deladrier* attire l'attention de l'Assemblée sur la salure progressive des eaux et rappelle à cette occasion les amas lenticulaires d'eau salée rencontrés lors de sondages effectués au plateau de Koekelberg.

M. *Rutot* observe qu'il n'y a pas de lentilles d'eau salée aux environs de Bruxelles, mais simplement des localisations de ces eaux dans certains parages.

Il résume ensuite l'état de la question en rappelant que tous les sondages de la Campine ont eu exclusivement pour but la recherche rapide du charbon et que, de ce fait, on a traversé très vite et avec un échantillonnage absolument insuffisant, les morts-terrains, dont on ne connaît presque rien. Il convient donc de faire de nouveaux sondages autrement organisés pour connaître la nature de ces morts-terrains.

M. *Léon Gérard* appuie cette manière de voir.

M. *Rutot* fait ensuite les communications que nous reproduisons ci-après.

Le puits artésien de la gare de Mouscron, par A. RUTOT,
Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles.

Vers la fin de 1905, notre confrère M. Duraffour, sondeur à Tournai, a été chargé, par l'Administration des chemins de fer de l'État, de creuser un puits artésien dans la gare de Mouscron.

Aussitôt, notre confrère se mit à l'œuvre, traversa les terrains quaternaires, tertiaires et crétacés, puis toucha le Primaire, représenté par le Calcaire carbonifère et y pénétra d'une dizaine de mètres, puis d'une vingtaine, sans rencontrer d'eau.

M. Duraffour voulut bien alors s'adresser à moi pour savoir s'il y avait lieu d'espérer une venue d'eau importante, et il me remit une série d'échantillons de terrains qui m'a permis de reconstituer la coupe du puits :

Coupe du puits artésien de la gare de Mouscron.

NATURE DES TERRAINS.	DE	A	ÉPAISSEUR.
Humus	0m00	0m20	0m20
Limon brun argileux	0,20	1,80	1,60
Sable fin, gris-roux, panaché, un peu argileux. .	1,80	5,00	3,20
Gravier peu abondant de galets de silex, avec argile grise sableuse, débris de coquilles d'eau douce et de fossiles remaniés (Nummulites). .	5,00	5,40	0,40
Argile grise finement sableuse	5,40	24,55	19,45
Argile grise très plastique.	24,55	55,60	31,05
Sable vert, fin, argileux, glauconifère	55,60	85,40	29,80
Argile grise, peu glauconifère	85,40	104,40	19,00
Marne blanche, pure, un peu grossière, avec points noirs	104,40	123,70	19,30
Calcaire gris foncé, à grain fin, avec débris de roches diverses	123,70	126,05	2,35
Argile grise grossière.	126,05	128,10	2,05
Calcaire gris foncé, à grain fin	128,10	135,00	6,90

Cette suite de terrains peut se grouper de la manière suivante, donnant la coupe traversée par le puits :

Humus moderne.	0,20
Limon hesbayen.	1,60
Sable campinien avec gravier à la base	3,30
ÉTAGE YPRESIEN. { Argile sableuse.	19,45
{ Argile plastique	31,05
ÉTAGE LANDENIEN. { Sable fin, vert (<i>L1d</i>)	29,80
{ Argile grise (<i>L1c</i>)	19,00
TURONIEN : Marne blanche avec gravier à la base	19,30
Calcaire carbonifère	2,35
Fissure remplie d'argile de décomposition.	2,05
Calcaire carbonifère compact.	6,90

J'ai d'abord conseillé à M. Duraffour de descendre encore le puits d'une quinzaine de mètres dans l'espoir de rencontrer une nouvelle fissure non bouchée, dans le Calcaire.

Ce travail a été effectué sans succès.

J'ai alors conseillé d'essayer de déboucher la large fissure rencontrée près du sommet du Calcaire, mais cette opération est plus facile à indiquer qu'à exécuter, et le moyen le plus pratique serait de faire détonner, à la profondeur de 127 mètres, une charge de dynamite.

Je ne sais ce qui en est advenu.

De toute façon, M. Duraffour, en acceptant le travail, qui, certes, présentait des chances sérieuses de réussite, avait eu la sagesse de ne s'engager en rien au sujet du débit.

Son rôle se bornait à faire un trou pénétrant jusqu'à la profondeur où l'eau pouvait être espérée.

C'est à quoi il s'est efforcé, sans résultat favorable.

Pour mieux me permettre de me rendre compte des conditions géologiques de la région, notre confrère M. Duraffour a bien voulu me confier les notes relatives à un sondage profond effectué à Mouscron il y a plusieurs années, chez M. Van Outryve.

Je transcris d'abord ces notes, après quoi nous essayerons de les interpréter :

Remblai	1,00
Argile	4,50
Sables mouvants	1,00

Sables noirs	0,50
— bleus	3,50
Glaise	56,50
Sable vert avec pyrite au sommet.	34,00
Argile bleue.	16,00
Dièves	20,00
Gravier.	0,25
Calcaire carbonifère de Tournai.	19,45
Dolomie	11,45
Calcaire bleu-gris	21,35
Calcaires de différentes couleurs avec points blancs, puis, vers le bas, psammite avec filets blancs	126,60
Profondeur.	316,10

Le psammite du bas fournit de l'eau, mais il n'y a pas eu de fissures nettement reconnues.

Cette coupe peut être interprétée de la manière suivante :

Remblai	1,00
Limon hesbayen	4,50
Sable campinien avec lit tourbeux	5,00
Argile ypresienne	56,50
Sable vert landenien (<i>L1d</i>)	34,00
Argile landenienne (<i>L1c</i>)	16,00
TURONIEN : Marne blanche avec gravier à la base	20,25
Carboniférien et Devonien	178,85

Le puits artésien Van Outryve a donc fourni de l'eau à la profondeur de 316 mètres environ, dans le psammite devonien.

Le puits de la gare a été poussé jusque vers 150 mètres; restent donc encore à creuser environ 170 mètres pour atteindre le Devonien.

Fallait-il conseiller de descendre à cette énorme profondeur? C'est ce à quoi je n'ai pu me résoudre, les chances favorables ne me paraissant pas suffisantes.

De toute façon, il semble bien prouvé que l'énorme masse de calcaire constituant le sous-sol de la région de Mouscron est privée de fissures appréciables non bouchées et, par conséquent, d'eau.

ESSAI D'ÉVALUATION

DE LA

DURÉE DES TEMPS QUATERNAIRES

PAR

A. RUTOT

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles.

Quelques auteurs ont essayé d'évaluer la durée des temps quaternaires.

De ce nombre est G. de Mortillet, qui, dans son ouvrage *Le Pré-historique*, étudie un certain nombre de chronomètres naturels dont l'un des principaux lui paraît être, à juste titre, le mouvement des glaciers.

Malheureusement, de Mortillet, lorsqu'il avait émis une idée, la considérait trop souvent comme immuable et il la maintenait en dépit de tous les faits nouveaux dont la science s'enrichit chaque jour et qui devaient lui suggérer de modifier son avis.

Donc, G. de Mortillet, ayant conclu des mouvements des glaciers des Alpes que la « période glaciaire », qui, d'après lui, correspond à l'industrie moustérienne, avait dû avoir une durée d'au moins 100 000 ans et, ayant, d'autre part, évalué, grâce à l'estimation de la corrosion du calcaire, que les glaciers ont abandonné la vallée d'Aix depuis 200 000 ans, en est arrivé aux chiffres suivants :

Considérons que si l'on divise les temps quaternaires en 100 unités, on peut attribuer à chacune des divisions du Quaternaire :

Chelléen ou Préglaciaire	35 unités.
Moustérien ou Glaciaire.	45 —
Solutréen	5 —
Magdalénien.	15 —
TOTAL.	100 unités.

Or, puisque le Moustérien ou Glaciaire a duré 100 000 ans, on en arrive à :

Chelléen	78,000 ans.
Moustérien	100,000 —
Solutréen.	11,000 —
Magdalénien	33,000 —
TOTAL.	222,000 ans.

Ces chiffres ont paru dans l'édition du *Préhistorique* datant de 1885 ; ils ont été reproduits tels dans l'édition de 1900.

Au Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques de Paris, en 1900, le chiffre, déjà assez élevé, obtenu par M. G. de Mortillet a encore été fortement corsé par M. Rémond, le titre même de la communication : *Douze cent mille ans d'humanité et l'Age de la Terre*, nous initiant immédiatement au sujet des conclusions de l'auteur.

Ici, il n'est plus question que de chronomètre astronomique, et M. Rémond croit pouvoir démontrer, dans le mémoire présenté, que l'évolution périodique des climats, des glaciers et des cours d'eau tient à une même cause : la variation continue de l'inclinaison de l'axe de la Terre.

Comme application de cette théorie, l'auteur explique que le bassin houiller de Mons ayant 2 900 mètres de puissance et contenant 157 couches de houille de 0^m60 d'épaisseur moyenne séparées par autant de couches de roches stériles ayant environ 19 mètres d'épaisseur, il y a lieu de comprendre que cette superposition régulière et continue de 514 couches alternantes est due à une succession de périodes de basses eaux et de grandes crues.

Or, suivant l'inclinaison de la Terre, la température varierait considérablement. La grande inclinaison de l'axe produirait une diminution de la température estivale et l'extension des glaciers dans la zone équatoriale, tandis qu'elle amènerait leur retrait sur le reste du Globe par l'augmentation de la même température.

La petite inclinaison produirait les effets contraires.

La variation de l'inclinaison de l'axe de la Terre a lieu avec une telle lenteur qu'un déplacement d'un degré demande 7 800 ans et qu'il faut 700 000 ans pour décrire le quart de la circonférence.

D'après M. Rémond, chaque couche de houille s'est déposée pendant une période de petite inclinaison, de sorte qu'il s'est écoulé 1 mil-

lion 400 000 ans entre le dépôt de chacune d'elles. Dès lors, on voit où conduit le raisonnement appliqué aux 157 couches du bassin houiller de Mons ! Il en est de même pour les périodes glaciaires.

D'après l'auteur, l'axe de la Terre devait être perpendiculaire à l'orbite terrestre à l'époque du paroxysme de la dernière extension glaciaire qui correspondrait au Chelléen.

Or, actuellement, l'axe étant incliné de 23° et la diminution de cette inclinaison étant d'un degré en 7 800 ans, cet axe, de la position qu'il avait au Chelléen à celle qu'il a aujourd'hui, a dû, d'après M. Rémond, tourner de $90^\circ + 67^\circ$, ce qui conduit à 1 200 000 ans.

C'est là un bel âge, mais je me hâte d'ajouter que je ne lui ai vu réunir que bien peu d'adhérents.

Certes, je ne suis pas de ces derniers, car, à mon avis, le chiffre auquel arrive G. de Mortillet, quoique beaucoup plus faible, me paraît déjà exagéré.

De plus, ce chiffre est basé sur des données qui depuis longtemps n'ont plus cours dans la science, ce qui fait qu'en réalité il est devenu sans valeur, attendu qu'il ne représente plus rien de sérieux.

Je sais aussi que les questions relatives au Glaciaire et au Quaternaire sont loin d'avoir amené l'accord parmi les géologues, mais cet accord n'a pas, à mes yeux, d'importance capitale.

En effet, pour toute question de science et à tout moment, deux groupements peuvent toujours se former : il y a d'abord le petit groupe des spécialistes qui étudient la question au moyen d'observations nouvelles, avec des points de vue nouveaux et revision des anciennes observations ; puis vient le très grand groupe de ceux qui se spécialisent sur d'autres questions et qui n'ont, sur celle dont on parle, que « les idées généralement reçues » et auxquelles on tient d'autant plus qu'on n'a abordé que de loin le problème.

Dans toute question à l'étude, l'unanimité ne vient que très longtemps après la solution, de sorte qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter outre mesure.

Les seules personnes sur lesquelles il est utile d'avoir les yeux fixés sont les spécialistes étudiant la question en cause, — quelle qu'elle soit, — et lorsque l'accord s'établit entre quelques spécialistes, on peut déjà essayer de tabler sur les résultats, sans pour cela croire que l'on tient la vérité tout entière.

Or, pour les questions de Quaternaire et surtout de Glaciaire, l'accord commence à s'établir sérieusement entre spécialistes éminents, et tout récemment nous pouvions voir M. le professeur Alb. Penck venir con-

firmer pour les Alpes les déductions plus générales acquises par les études de Sir James Geikie.

Je ne crois donc pas devoir perdre mon temps à rechercher s'il « peut » y avoir eu plusieurs périodes glaciaires ou s'il « peut » n'y en avoir eu qu'une.

Je vois nettement les spécialistes montrer, sur le terrain, les vestiges de quatre progressions et de quatre reculs de la calotte de glace pendant le Quaternaire, et cela me suffit pour admettre, jusqu'à preuve du contraire, que les spécialistes ont raison.

J'abandonnerai donc la thèse de G. de Mortillet, qui croit que la « période glaciaire » a eu lieu pendant le Moustérien, et celle de M. Rémond, qui pense que la même période glaciaire s'est produite pendant le Chelléen, pour admettre les résultats sur lesquels je vois MM. J. Geikie, Alb. Penck et d'autres d'accord, et ce sera là une de mes bases d'évaluation.

D'autre part, des cartes des quatre extensions glaciaires quaternaires, à petite échelle il est vrai, ont été publiées.

Telles qu'elles sont, elles suffisent amplement à établir « en gros » des distances, deuxième base d'appréciation.

La troisième base qui pourra permettre d'évaluer la durée des temps quaternaires ou des quatre glaciations, sera la vitesse de progression des glaces ou de leur recul.

Ce sera là le point faible assurément, mais en donnant ce travail, je n'ai aucune prétention à une exactitude quelconque; c'est un simple essai, ou l'indication d'une méthode qui pourrait conduire plus tard à des résultats.

Cela étant, si l'on consulte la carte du premier Glaciaire quaternaire ou « grand Glaciaire » publiée dans le *Great ice Age* de M. J. Geikie, sur laquelle a été figurée la direction de la translation de la calotte de glace au moyen de l'orientation des stries glaciaires sur les affleurements rocheux, on remarque que la calotte de glace a pris naissance le long de l'arête scandinave.

De cette arête, la glace s'est propagée vers le Nord et vers le Sud.

Si nous nous plaçons vers le milieu de la région glaciée, nous constatons que le front de l'inlandsis, qui a atteint le versant Nord des Karpathes, a suivi une direction sensiblement Nord-Sud, le point de départ se trouvant à l'extrémité Sud-Ouest de la chaîne scandinave, à peu près à l'endroit où existe actuellement la petite ville de Elvedalen, située sur la voie ferrée reliant Christiania à Trondhjem.

De Elvedalen aux Karpathes, il y a environ 1 200 kilomètres.

Or, dans ces derniers temps, il a de nouveau été question de la vitesse des glaciers à propos du recul actuel qui fait craindre à certains la disparition lente des glaciers des Alpes.

Depuis le milieu du siècle dernier, certains glaciers ont rétrogradé de plus de 1 kilomètre.

Il semble toutefois, grâce aux observations faites, que la rétrogradation continue et définitive ne soit pas à craindre.

Les choses se passent comme s'il existait un cycle glaciaire soumis à des variations d'ordre différent.

Les variations de premier ordre auraient une durée d'environ 50 ans et détermineraient une oscillation du front qui, sur certains glaciers des Alpes, peut atteindre 1 kilomètre et, dans les régions polaires, plusieurs kilomètres.

Les variations de second ordre donneraient lieu à des oscillations plus réduites, ne dépassant pas quelques centaines de mètres et qui peuvent être dans le sens ou en sens contraire du mouvement de premier ordre.

Les petites oscillations de sens contraire au grand mouvement ralentiraient donc celui-ci.

Il paraît, de plus, que les variations primaires semblent être des phénomènes généraux, affectant toute la surface terrestre, car elles se constatent partout.

Cela étant, il est permis de supposer que lorsque les conditions climatiques ou autres, nécessaires à la glaciation, se sont produites, elles ont été d'une ampleur telle que les variations de deuxième ordre n'ont présenté qu'un minimum, d'où accélération dans la progression des glaces.

On peut aussi raisonnablement supposer que les choses se sont passées de même pendant le retrait des glaces.

Adoptons donc une moyenne et supposons qu'à l'aller, comme au retour, le front de la calotte de glace ait marché à raison de 1 kilomètre en 20 ans.

De Elvedalen aux Karpathes, il y a environ 1 200 kilomètres, d'où : 1 200 kilomètres à raison de 1 kilomètre en 20 ans représentent une durée de 24 000 ans.

Voilà pour la progression des glaces ; adoptant maintenant le même chiffre pour le recul, nous concluons donc que le premier Glaciaire a duré 48 000 ans.

Enfin, comme le recul n'a pu se produire immédiatement après l'apogée, qu'il a évidemment dû y avoir lutte entre les deux influences

contraires et stagnation momentanée, arrondissons la durée totale à 50 000 ans.

Tel est le chiffre que nous obtenons pour le premier Glaciaire, que je considère comme contemporain du développement de la faune de l'*Elephas antiquus*.

Voyons ce qui concerne le deuxième Glaciaire.

D'après les cartes, le front de la deuxième extension glaciaire s'est arrêté vers Berlin, soit à environ 1 100 kilomètres d'Elvedalen.

Appliquant la règle précédente : 1 100 kilomètres en 20 ans donnent 22 000 ans pour l'avancement des glaces, et 22 000 ans pour le recul conduisent à 44 000 ans pour la durée du deuxième Glaciaire, qui, d'après nous, a commencé avec l'apparition de la faune du Mammouth.

Prenons le troisième Glaciaire ou « Glaciaire baltique ».

D'après les cartes, ce Glaciaire aurait atteint le littoral actuel de la côte de l'Allemagne du Nord.

Comme base de distance, nous pouvons accepter celle d'Elvedalen à Dantzig, soit 1 000 kilomètres.

La même base de calcul donne : 1 000 kilomètres à raison de 1 kilomètre en 20 ans, soit 20 000 ans pour la progression, plus 20 000 pour le recul, ce qui conduit à 40 000 pour la troisième glaciation, pendant laquelle la faune complète du Mammouth a persisté.

Pour ce qui concerne le quatrième Glaciaire ou « Glaciaire écosais », il a été considérablement moins étendu que les précédents ; son amplitude ne paraît avoir guère dépassé 100 kilomètres, d'où 100 kilomètres à raison de 1 kilomètre en 20 ans donnent 2 000 ans ; aller et retour avec phase de stagnation : 5 000 ans.

1 ^{er} Glaciaire.	{	Progression.	25,000	{	50,000 ans.
		Recul	25,000	}	
2 ^e Glaciaire.	{	Progression.	22,000	{	44,000 —
		Recul	22,000	}	
3 ^e Glaciaire.	{	Progression.	20,000	{	40,000 —
		Recul	20,000	}	
4 ^e Glaciaire.	{	Progression.	2,500	{	5,000 —
		Recul	2,500	}	

TOTAL. 139,000 ans.

En chiffre rond : 140 000 ans.

Dans des travaux précédents, nous avons esquissé les concordances des divisions du Quaternaire de Belgique avec les périodes glaciaires.

Ces concordances sont les suivantes :

MOSÉEN.	1 ^{er} Glaciaire.
CAMPINIEN : Progression.	} 2 ^e Glaciaire.
HESBAYEN : Recul	
BRABANTIEN.	3 ^e Glaciaire.
FLANDRIEN	4 ^e Glaciaire.

Dès lors, nous avons comme durée :

MOSÉEN	50,000 ans.
CAMPINIEN	22,000 —
HESBAYEN	22,000 —
BRABANTIEN	40,000 —
FLANDRIEN	5,000 —

Grâce à nos recherches, nous savons aussi très bien quelle est la distribution des industries humaines dans les assises quaternaires de Belgique, au moins pour ce qui concerne le Moséen et le Campinien.

Nous avons :

Assises.	Industries.
MOSÉEN. . .	{ Reutélien. { Reutélo-Mesvinien (ou Mafflien). { Mesvinien.
CAMPINIEN. .	{ Transition du Mesvinien au Chelléen (ou Strépyien). { Chelléen. { Acheuléen.
HESBAYEN. .	{ Néant en Belgique. { Suite de l'Acheuléen, puis Moustérien dans le Sud de la France.
BRABANTIEN. Éburnéen.	{ Montaiglien. { Solutréen ou Magritien. { Goyetien.
FLANDRIEN. . Tarandien. Chaleuxien.	

D'après ma manière de voir, le *Reutélien* a duré pendant toute la progression des glaces du premier Glaciaire, soit 25 000 ans.

Le *Reutélo-Mesvinien* (ou *Mafflien*) et le *Mesvinien* se sont partagé la phase de recul, soit 12 500 pour le *Mafflien* et 12 500 pour le *Mesvinien*.

D'après mes observations sur le terrain, la *transition du Mesvinien au Chelléen* ou *Strépyien* a dû être assez rapide; accordons-lui 5000 ans.

Le *Chelléen*, belle période de développement et de progrès en tous sens, a duré — au juger — 12 000 ans.

Enfin, dans nos régions, il reste pour l'*Acheuléen* 5000 ans.

On sait, en effet, qu'en Belgique et dans le Nord de la France, la Transition ou *Strépyien*, le *Chelléen* et l'*Acheuléen* se sont développés pendant la progression du deuxième Glaciaire, soit pendant 22 000 ans.

J'ai montré que la grande crue du *Hesbayen*, accompagnée du dépôt du *læss* fluvial, puis du retrait des eaux suivi d'une période de tourbières localisées, correspond au recul du deuxième Glaciaire.

Cette crue a fait fuir les Acheuléens de nos régions vers le Sud, et c'est pendant leur exode vers le Midi de la France qu'ils ont modifié leur industrie et l'ont transformée en industrie moustérienne.

Dès lors, en réalité, l'industrie *acheuléenne* empiète aussi sur la durée du *Hesbayen*. En lui accordant encore autant qu'elle avait eu pour se développer chez nous, soit 5000 ans, on en arrive à 10000 ans pour l'*Acheuléen*.

Le *Hesbayen* ayant duré 22000 ans, il en reste donc 17000 pour le Moustérien, dans le Midi de la France.

Jusque dans ces derniers temps, j'ai eu le tort de ne pas prendre le *Solutréen* à sa vraie valeur.

Je le considérais comme un épisode sans importance de l'*Éburnéen*, celui-ci concordant avec le *Brabantien*, ou époque du *læss* éolien.

Mais la considération du matériel des cavernes de Belgique et aussi les belles trouvailles faites en Autriche-Hongrie dans le *læss* éolien m'ont montré qu'il y a lieu de ne pas apprécier le *Solutréen* à sens élargi comme quantité négligeable.

Je suis donc d'avis de diviser l'*Éburnéen* en trois termes, l'inférieur ou *Montaiglien* (nom tiré de la caverne de Montaigle), le moyen ou Magritien (Trou Magrite), correspondant au *Solutréen*, le supérieur ou *Goyetien* (caverne de Goyet).

D'après les calculs, le *Brabantien* ayant duré 40000 ans, on peut admettre que le *Montaiglien* s'est développé pendant 14000 ans environ, le *Solutréen* pendant 13000 et le *Goyetien* pendant également 13000 ans.

Enfin, le *Flandrien*, qui a duré 5000 ans, correspond au *Tarandien* ou âge du Renne.

En récapitulant, nous obtenons pour la durée des diverses industries :

ÉOLITHIQUE . .	{	Reutélien	25,000	} 50,000 ans.
		Mafflien	12,500	
		Mesvinien	12,500	
PALÉOLITHIQUE.	{	Strépyien	5,000	} 89,000 ans.
		Chelléen.	12,000	
		Acheuléen.	10,000	
		Moustérien	17,000	
		Montaiglien	14,000	
		Solutréen	13,000	
		Goyetien	13,000	
		Tarandien.	5,000	
TOTAL.			139,000 ans.	

Enfin, relativement à la durée des trois grandes faunes qui se sont partagé le Quaternaire, nous arrivons aux groupements suivants :

Faune de l' <i>Elephas antiquus</i>	{	REUTÉLIEN.
		MAFFLIEN.
		MESVINIEN.
Faune du Mammouth	{	STRÉPYIEN.
		CHELLÉEN.
		ACHEULÉEN.
		MOUSTÉRIEN.
		MONTAIGLIEN.
Faune du Renne	{	SOLUTRÉEN.
		GOYETIEN.
		TARANDIEN.

D'où il suit que :

La faune de l' <i>Elephas antiquus</i> a duré.	50,000 ans.
La faune du Mammouth	84,000 —
La faune du Renne	5,000 —

Voilà où m'ont conduit les considérations exposées ci-dessus.

Enfin, je rappellerai que j'ai de bonnes raisons de croire que le Quaternaire a pris fin environ 7 à 8 000 ans avant notre ère.

Chacun prendra ces résultats comme il voudra. Se vérifieront-ils? Je l'ignore, mais j'ai toutefois l'espoir d'avoir au moins établi un plan de

calcul plus sérieux que celui de mes prédécesseurs, plan dans lequel l'introduction de chiffres de plus en plus exacts amènera des conclusions de plus en plus proches de la vérité.

Comme je l'ai dit en commençant, il n'est question ici que d'un simple essai.

* * *

Ce travail était terminé lorsque notre confrère M. G. Engerrand m'a signalé un petit opuscule dont j'ignorais totalement l'existence, paru en 1900 et ayant pour titre : *Essai de chronologie des temps préhistoriques*, par M. Roisel. (Paris, librairie Félix Alcan, 60 pages.)

Tout d'abord, j'ai cru avoir affaire à un ouvrage sérieux, car les bases de l'estimation m'ont paru rationnelles; malheureusement, la suite du travail montre qu'il n'est pas l'œuvre d'un spécialiste et l'ensemble croule bientôt dans la fantaisie.

L'auteur de cet opuscule part d'une base géologique : l'existence de plusieurs époques glaciaires, et d'une base astronomique : le déplacement du grand axe de l'orbite terrestre; bases qui, certes, sont toutes deux rationnelles.

« Le grand axe de l'orbite terrestre se déplace lentement de manière à parcourir un cercle en 21 000 ans. Le périhélie se rencontre tantôt avec le solstice d'été, tantôt avec le solstice d'hiver de chaque hémisphère; dans le premier cas, la durée de l'automne et de l'hiver excède de près de huit jours celle du printemps et de l'été, d'où résulte un abaissement de la température moyenne de plusieurs degrés, suffisant pour expliquer le retour des périodes glaciaires. »

Telle est la relation existant, d'après M. Roisel, entre les phénomènes astronomiques et les phénomènes glaciaires.

D'après ces relations, on peut établir que les dates des maximums des trois dernières périodes glaciaires qui sévirent sur notre hémisphère sont : 51 250, 50 250 et 9 250 ans avant notre ère.

Cela étant, voici l'enchaînement que l'auteur croit exister entre l'Astronomie, la Géologie et la Préhistoire :

1° Le Pliocène ayant pris fin vers 88 000 ans avant notre ère et, d'après les idées généralement admises encore en 1900, le *Chelléen* étant la plus ancienne industrie quaternaire, correspondant à une « faune chaude », concorde donc avec le Préglaciaire. Dès lors, le Chelléen a duré de 88 000 ans à 77 500, soit 10 500 ans.

2° Le *Moustérien* comprend — je ne sais pourquoi — deux périodes

glaciaires avec un interglaciaire chaud. Il a duré de 77 500 ans à 46 000 ans, soit 31 500 ans.

3° Le *Solutrén* correspond à un interglaciaire chaud; il a duré de 46 000 ans à 35 500 ans, soit 10 500 ans.

4° Le *Magdalénien* correspond à une époque glaciaire allant de 35 500 à 25 000, soit 10 500 ans.

Jusqu'ici, les appréciations, tout en étant fort inexactes, présentent encore un aspect rationnel, mais voici arriver la fantaisie :

5° Le *Robenhausien*, PÉRIODE INTERGLACIAIRE chaude, dure de 25 000 à 14 500, soit encore 10 500 ans !

6° La *période du bronze*, DERNIÈRE PÉRIODE GLACIAIRE, dure de 14 500 à 4 000, soit toujours 10 500 ans !

7° Enfin, vient l'*âge actuel*, qui commence en l'an 4 000 avant notre ère et qui se terminera en l'an 6 500 de notre ère, après avoir duré encore 10 500 ans.

Comme on le voit, voilà le Paléolithique bien rajeuni, et le Néolithique ainsi que le Protohistorique bien vieilliss !

En somme, il n'y a là que des résultats de lectures associés avec une naïveté qui désarme.

La séance est levée à 10 h. 50.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 19 JANVIER 1904.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

A.-C. SEWARD, professeur à l'Université de Cambridge. — **Les flores fossiles de la Colonie du Cap.** (*Annals of South African Museum*, vol. IV, part 1.)

Le mémoire comprend l'étude de quatre flores qui se sont succédé dans la région de l'Afrique du Sud : I. La flore de la série de Witteberg, d'âge devonien ; II. La flore de Worcester et de Vereeniging, appartenant à la base du Karroo, d'âge permo-carboniférien ; III. La flore de Stormberg, du Rhétien ; IV. La flore d'Uitenhage, que M. Seward rattache au Wealdien.

I. FLORE DE WITTEBERG. — Les éléments de celle-ci sont trop rares et trop peu distincts pour donner lieu à des conclusions précises. On y rencontre un fragment de plante lépidendroïde. On signale, en outre, le fossile connu sous le nom de *Spirophyton*, qu'on tend de plus en plus à considérer comme n'ayant pas de signification organique.

II. FLORES DES COUCHES ECCA DE WORCESTER ET DE VEREENIGING. — Elles proviennent de la base de la formation du Karroo, appelée autrefois conglomérat du Dwyka, divisée aujourd'hui en série de Dwyka et série d'Ecça. La flore d'Ecça provenant des environs de Worcester est la moins importante, elle renferme *Glossopteris* sp. ; *Gangamopteris cyclopteroides* ! Feistm. var. *attenuata* ; *Noeggerathiopsis Hislopi*. La flore de Vereeniging, qui est du même âge, est plus importante et renferme trois genres jusqu'ici inconnus dans l'Afrique du Sud : *Psygmyphyllum*, *Neuropteridium* et une tige de *Lepidodendron*. On y rencontre aussi *Glossopteris* et *Gangamopteris*, que l'auteur classe parmi les Fougères, quoiqu'on n'ait pas encore de feuilles portant des organes de reproduc-

tion. Les feuilles stériles sont tout aussi abondantes dans les roches permienes de l'Afrique méridionale que dans celles de l'Inde et de l'Amérique du Sud, et elles présentent partout les mêmes caractères. Rappelons qu'en 1897, Amalitzky a signalé ces fossiles avec une faune correspondante dans les couches permienes de Vologda du bassin de la Petchora. Kurtz a signalé dans la République Argentine l'association de *Neuropteridium validum* (= *Odontopteris plantiana* Carr.) avec *Gangamopteris* + (= *Noeggerathia obovata* Carr.), telle qu'elle existe aussi dans l'Afrique du Sud.

Nous publions ci-après le tableau de cette flore, qui occupait l'hémisphère Sud, l'Inde anglaise et une partie de l'hémisphère Nord; on voit, en outre, que certains types de Lépidodendrées étaient communs à la flore du Permo-Carboniférien d'Europe et à celles de l'Afrique du Sud et de l'Amérique du Sud.

Voici les conclusions que le professeur Seward déduit de l'étude des flores Ecca de Worcester et de Vereeniging. Déjà l'on savait que l'espèce du Permien et du Houiller d'Europe, *Sigillaria Brardi*, était représentée dans les couches de Vereeniging. On peut voir par le tableau qu'une nouvelle espèce de Lépidodendrée, *Bothrodendron Leslii*, est commune à la flore permo-carbonifère d'Europe et à celle du Sud de l'Afrique; mais on ne peut conclure de ce fait que la flore du Nord de l'Europe avait pénétré au commencement de l'époque permo-carbonifère jusqu'au Sud du Zambèse.

On peut considérer comme types de la flore qui occupait la région du Transvaal et de la Colonie du Cap pendant l'époque du Karroo, les plantes indiquées au tableau : *Glossopteris* se trouve aussi au Zululand, au Natal, dans l'Afrique portugaise et dans l'Afrique orientale.

La flore de Vereeniging faisait partie d'une végétation qui occupait l'Afrique du Sud, l'Inde anglaise, l'Amérique du Sud et l'Australie. L'âge de cette flore correspond assez exactement à celui du Houiller supérieur tel qu'il se rencontre en Europe, tandis que son équivalent exact se retrouve dans l'Inde dans les couches de Kaharbari du Gondwana inférieur. La présence des types *Sigillaria*, *Bothrodendron* et *Psygmyphyllum* montre qu'il y avait des rapports plus proches entre l'Afrique du Sud et le Nord de l'Europe qu'entre cette dernière et l'Inde anglaise. Il semble prouvé que la flore de l'hémisphère Nord et celle de l'hémisphère Sud se rapprochent davantage dans la direction de l'Afrique du Sud et de l'Amérique du Sud, et que la flore de l'Inde et celle de l'Australie se trouvent plus complètement isolées de celles de l'hémisphère Nord. (Voir le tableau p. 26.)

Flores permo-carbonifériennes.

AFRIQUE MÉRIDIONALE	AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.	INDE ANGLAISE.	AUSTRALIE.	RUSSIE, SIBÉRIE.	ESPÈCES TRIASIQUES D'EUROPE.	ESPÈCES DU HOULLER ET DU PERMIEN D'EUROPE.
<i>Glossopteris</i> (Brongn.) <i>Browniana</i> , en y comprenant <i>Glossopt. indica</i> et <i>Glos- sopi. angustifolia</i>	+	+	+	+		
<i>Gangamopteris cyclopteroïdes</i> (Feism.), <i>Sphenopteris</i> sp.	+	+	+	+		
<i>Neuropteridium validum</i> (Feism.) . .	+	+			Cf. <i>Neuropteridium grandifolium</i> .	
<i>Psymnophyllum Kidstoni</i> sp. nov. . .						Cf. <i>Psymnophyllum flabel- latum</i> (L. et H.).
<i>Sigillaria Brardi</i>	<i>Lepidodendron Pedroanum</i> (Carr.) <i>Lepidophloïos laricinus</i> (Sternb.).					Permien et Houllier supé- rieur.
<i>Bothrodendron Lesliei</i> sp. nov.						
<i>Noeggerathiopsis Hislopi</i> (Bunb.) . .	+	+	+	+		<i>Cordaites</i> sp., cf. <i>Rhipto- zamites</i> et <i>Rhipozamites Goeperti</i> , fig. pl. XII, Newton Teall, (97), Franz Josephs Land.
<i>Conites</i> sp.						
<i>Cardiocarpus</i> sp.						Cf. espèces européennes <i>Cardiocarpus</i> .
<i>Phyllothea</i> sp.	Cf. <i>Equisetites Morenianus</i> Kurtz.					
<i>Schizoneura</i> sp.		+		Cf. espèce <i>Phyllothea</i> représentée par Schnalhausen (79).	Cf. <i>Schizoneura paradoxa</i> S. et M.	

III. FLORE DE STORMBERG. — Les couches de Stormberg appartiennent à l'étage supérieur de la formation du Karroo. Feistmantel, qui a déjà décrit la flore en 1889, pense qu'elle s'étend depuis le Lias jusqu'au Rhétien. Des flores qui s'en rapprochent ont été trouvées en Scanie (Suède); en Franconie; en Australie; dans la République Argentine, et toutes ont été rattachées au Rhétien; c'est donc le même âge qu'il faut attribuer à la flore de Stormberg.

Voici les espèces qu'il faut regarder comme faisant partie de cette flore :

ÉQUISÉTACÉES :

Schizoneura Krasseri sp. nov. Ce type de plante équisétacée ressemble beaucoup à des formes provenant de la Scanie, du Tonkin, de la Perse et de l'Inde.

Strobilites sp.

FILICACÉES :

Thinnfeldia odontopteroïdes (Morr.). Ce genre, qui se rapproche beaucoup de *Ptilozamites*, est un des plus caractéristiques et des plus fréquents dans les terrains rhétiens. On l'a trouvé en Scanie, en Allemagne, en Italie, en Pologne et dans d'autres parties de l'Europe, en Australie, dans l'Amérique du Sud et dans l'Inde. On a signalé dans l'Amérique du Nord un type analogue provenant du Permien.

Thinnfeldia rhomboïdalis.

Cladophlebis sp. (Feistm.).

Callipteridium Stormbergense sp. nov. Ce type est peu caractéristique; on le rencontre aussi dans le Permien et dans le Lias.

Tæniopteris Carruthersi (Tenis. Woods). Cette forme est si abondamment représentée dans les couches qui vont du Trias jusqu'au Wealdien, que les frondes stériles qui font partie de la flore sud-africaine ne fournissent pas d'indication précise; on peut en tout cas les ranger dans le Rhétien de cette région.

Chiropteris cuneata (Carr.). Ce type est relativement rare; il témoigne plutôt en faveur de l'âge rhétien des couches.

Chiropteris Zeilleri sp. nov.

GINKGOACÉES :

Baiera Stormbergensis sp. nov. La forme de la feuille n'est pas caractéristique et on a affaire ici probablement à une nouvelle espèce, qui se rapproche surtout de celles d'Australie, lesquelles ont été reconnues comme étant d'âge rhétien.

PLANTES DONT LA SIGNIFICATION N'EST PAS ÉTABLIE :

Phænicopsis elongatus (Morr.). La feuille se rencontre fréquemment dans le Rhétien d'Europe, en Chine, en Australie et au Tonkin, où Zeiller la désigne sous le nom de *Noeggerathiopsis*. Une espèce décrite par Heer dans le Jurassique des régions arctiques ressemble beaucoup à celle du Sud africain.

Stenopteris elongata. Ce type, assez mal connu, se rencontre dans le Rhétien de l'Amérique du Sud, de l'Australie et du Sud de l'Afrique.

Stachyopitys. Un fossile fragmentaire qui ne peut pas être exactement déterminé, mais se rapprochant le plus des types fossiles du Rhétien.

La conclusion la plus importante à déduire de l'étude de cette flore a déjà été relevée par le professeur Newberry, en 1888, à propos d'une étude sur les plantes rhétiques du Honduras. Pendant l'âge rhétien, le nouveau et l'ancien monde étaient occupés par une végétation identique. Il ajoute : « Nous attendons avec impatience la constatation de la flore mésozoïque de l'Amérique du Sud, que nous avons déjà vue atteindre son plein développement en Australie, en Nouvelle-Zélande, dans l'Inde, au Tonkin, en Chine, au Turkestan et dans différentes contrées de l'Europe. De sorte que sa découverte dans l'Amérique méridionale démontrera que cette flore a occupé le monde tout entier. »

Les caractères les plus remarquables de cette période de la végétation du Globe sont donc la transformation que présentent les principaux types de la flore, caractères qui s'éloignent considérablement de la flore paléozoïque, et en second lieu l'uniformité de la flore mésozoïque dans toutes les contrées du Globe.

Tout récemment, le professeur Zeiller a publié la « Flore fossile des gîtes de charbon au Tonkin » (Paris, 1902). Quelques-unes des plantes ressemblent beaucoup aux espèces de Stormberg ; *Schizoneura Carrerei* Zeill. est probablement identique avec *Sch. Krasseri* ; *Ctenopteris Sarreni* Zeill. représente probablement un type voisin, mais non identique à *Thinnfeldia* ; et les feuilles désignées sous le nom de *Noeggerathiopsis Hislopi* représentent probablement *Phænicopsis elongatus*.

IV. Nous passons ensuite à la FLORE DE LA SÉRIE D'UITENHAGE. Elle a été recueillie dans les terrains du Sud-Est de la Colonie du Cap, à Mosselbay et à Heidelberg (Afrique).

La série d'Uitenhage fut d'abord considérée par Tate comme étant

d'âge jurassique, et Blanford, se basant sur l'avis du géologue africain, considérait la flore comme correspondant à la flore des couches de Rajmahal de l'Inde. En 1882, Holub et Neumayer, se basant sur l'étude des coquilles marines, leur donnait l'âge néocomien, et de Lapparent considère la série comme parallèle à une partie de la formation du Potomac, de l'Est des États-Unis. Enfin, MM. Rogers et Schwarz arrivent à la conclusion, qui est selon eux la seule possible, que l'âge de la série d'Uitenhage est jurassique supérieur. L'étude de la flore, par le professeur Seward, démontre que son âge remonte plutôt au Wealdien qu'au Jurassique proprement dit.

Voici la liste des genres et des espèces :

FILICACÉES :

Onychiopsis Mantelli (Brongn.). Cette espèce se rencontre en dehors du Wealdien, mais c'est un membre caractéristique des flores de cette époque. Sa distribution géographique était très étendue. On la rencontre en Europe, dans l'Amérique du Nord, au Japon. La fréquence de ce fossile dans les couches d'Uitenhage démontre que la plante y constituait l'élément le plus abondant de la végétation.

Cladophlebis Browniana (Dunk.). Il est presque impossible de fixer l'identité de cette espèce d'une façon certaine, mais les spécimens de l'Afrique du Sud sont identiques avec ceux du Weald, et la fougère était partout abondamment représentée. La distinction entre les espèces du Wealdien et celles de l'Oolithe inférieure n'est pas très nette, de sorte qu'elle ne constitue pas un indice bien sûr pour la fixation de l'âge wealdien.

Cladophlebis denticulata (Brongn.) forma *Atherstonei*. Ce fossile représente également un type de fronde très abondant et très répandu dans les terrains qui vont du Rhétien jusqu'au delà du Wealdien. Considéré séparément, il ne fournit pas un indice concluant de l'âge des terrains, mais il caractérise plutôt le Jurassique inférieur, et plus encore le Crétacé inférieur.

Sphenopteris Fittoni (Sew.). Ce type est moins répandu et fournit un indice plus sûr de l'âge. Il indique plutôt le Wealdien que des horizons inférieurs.

Sphenopteris sp. Le spécimen est trop fragmentaire pour pouvoir servir de guide.

Tæniopteris sp. cf. *Tæniopteris arctica* Heer. Un type également très commun, mais qui se rapproche plus du Crétacé inférieur que des types jurassiques de *Tæniopteris*.

CYCADOPHYTA.

Zamites recta (Tate). Les frondes de cette espèce ressemblent beaucoup à celles de *Williamsonia gigas* (L. et H.), une plante caractéristique du Jurassique. Il est presque impossible de séparer ces espèces bien définies des frondes pinnées des Cycadées, représentées par le type du *Zamites recta*. Mais que l'espèce de Tate soit distincte ou identique avec celle d'Europe, elle répond plutôt à des frondes jurassiques qu'à des frondes wealdiennes.

Zamites Morrisii (Tate). Ce spécimen-type de Tate est jusqu'ici le seul connu; ce peut être une espèce distincte, mais il peut aussi appartenir à *Zamites recta*.

Zamites africana (Tate). Trop fragmentaire pour donner des indications.

Zamites Rubidgei (Tate). On connaît des frondes du Jurassique et du Wealdien, et toutes deux ressemblent au spécimen de Tate.

Nilssonia Tatei sp. nov. Des espèces d'âge jurassique, de l'Inde et de l'Europe, ont une grande ressemblance avec la forme africaine.

Cycadolepis jenkinsiana (Tate).

Benstedtia sp. cf. *Coniferocaulon colymbeaeforme* (Fliche).

Carpolithes sp.

CONIFERALES.

Araucarites Rogersi sp. nov. Le genre *Araucarites* est très répandu dans les flores jurassiques, mais on le rencontre dans les couches wealdiennes. Les formes d'écailles des cônes d'*Araucaria*, qui se rapprochent de *Araucarites Rogersi*, proviennent surtout des terrains jurassiques.

Taxites sp.

Brachyphyllum sp.

Conites sp. (α et β).

Bois de conifère.

Plantes non déterminées.

Il semble que les plantes d'Uitenhage présentent certains types caractéristiques du Wealdien et d'autres caractéristiques des flores du Jurassique. L'ensemble conduit plutôt à une conclusion en faveur de l'âge wealdien. Cependant, le petit nombre des espèces et l'état fragmentaire de beaucoup de spécimens rendent la conclusion douteuse, mais Seward n'hésite cependant pas à déclarer que la flore indique plus de points de ressemblance avec les flores d'âge wealdien qu'avec des

flores plus anciennes. L'impression qui résulte du mélange des espèces du Wealdien avec d'autres qui sont plutôt jurassiques est que la flore de la Colonie du Cap, représentée seulement par un petit nombre d'espèces, marque une phase de transition entre les périodes jurassique et wealdienne. Du reste, il n'y a que de minimes différences entre les flores wealdiennes, surtout celles des horizons inférieurs, et les flores oolithiques. Ce fut pendant la période qui succéda immédiatement à celle représentée par le Wealdien anglais que la végétation du Globe se transforma complètement. Avant que ce changement n'eût commencé, la végétation mésozoïque, qui semble avoir été la même pour toutes les contrées du Globe, n'avait subi depuis longtemps que très peu de modifications.



SÉANCE MENSUELLE DU 17 FÉVRIER 1904.

Présidence de M. X. Stainier, Président.

La séance est ouverte à 9 h. 45, succédant à l'assemblée générale annuelle de l'exercice 1903.

Correspondance :

M. Dienert envoie, pour être présenté à la prochaine séance, un mémoire, avec planche, intitulé : *Contribution à l'étude de la température des sources.*

La Société de géographie de Paris fait hommage du premier fascicule des « Documents scientifiques de la Mission saharéenne Foureau-Lamy ». (*Remerciements.*)

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 4292. Angerman, Cl. *Boryslaw in geologisch-tektonischer Hinsicht.* Budapest, 1904. Extrait in-4° de 2 pages.
- 4293. De Wildeman, E. *Notice sur des plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo.* Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 221 pages et 9 planches. (Publication de l'État Indépendant du Congo.)
- 4294. Dobrowolski, A. *Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899, sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Rapports scientifiques. Météorologie. Observations des nuages.* Anvers, 1903. Volume in-4° de 156 pages.
- 4295. Dobrowolski, A. *Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899, sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Rapports scientifiques. Météorologie. La neige et le givre.* Anvers, 1903. Volume in-4° de 74 pages et 49 figures.
- 4296. Doudou, E. *Exploration scientifique dans les cavernes, les abîmes et les trous fumants de la province de Liège.* Liège, 1903. Volume in-8° de 342 pages.

4297. **Foureau, F.** *Documents scientifiques de la mission saharienne, mission Foureau-Lamy, d'Alger au Congo, par le Tchad.* 1^{er} fascicule. Paris, 1903. Volume grand in-4^o de 162 pages. (Publication de la Société de Géographie de Paris.)
4298. **Henriksen, G.** *On the Iron Ore Deposits in Sydvaranger (Finmarken-Norway) and relative geological problems.* Christiania, 1903. Brochure in-8^o de 8 pages.
4299. **Hepites, St.-C.** *Cutremurele de Pamînt din România, în anul 1902 st. n. si în deceniul 1895-1902 (Nota a opta).* Bucarest, 1903. Extrait in-4^o de 6 pages.
4300. **Hepites, St.-C.** *Sur le régime des pluies en Roumanie.* Paris, 1900. Extrait in-8^o de 6 pages.
4301. **Hepites, St.-C.** *Index des publications de l'Institut météorologique de Roumanie, 1885-1903.* Bucarest, 1903. Extrait in-8^o de 31 pages.
4302. **Hepites, St.-C.** *Levé magnétique de la Roumanie.* Paris, 1900. Extrait in-8^o de 3 pages.
4303. **Malaise, C.** *Notice sur Charles-Louis-Joseph-Xavier de la Vallée Poussin, associé de l'Académie royale de Belgique.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8^o de 32 pages et 1 portrait.
4304. **Seguenza, L.** *Schizzo geologico del Promontorio di Castelluccio presso Taormina.* Messina, 1900. Extrait in-8^o de 18 pages.
4305. **Brunhes, B., et Brunhes, J.** *Les analogies des tourbillons atmosphériques et des tourbillons des cours d'eau et la question de la déviation des rivières vers la droite.* Paris, 1904. Extrait in-8^o de 20 pages.
4306. **Etzold, F.** *Bericht über die von Wiecherts astatischem Pendelseismometer in Leipzig vom 1. Januar bis 30. Juni 1903 registrierten Fernbeben und Pulsationen.* Leipzig, 1903. Extrait in-8^o de 25 pages, 1 planche et 2 figures.
4307. **Laska, W.** *Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.* Neue Folge. N^o XXII. *Bericht über die seismologischen Aufzeichnungen des Jahres 1902 in Lemberg.* Vienne, 1903. Extrait in-8^o de 37 pages.
4308. **Fiévez, Ch. A.-F. Renard.** *Éloge fait à la Société belge d'Astronomie (séance du 25 juillet 1903).* Bruxelles, 1904. Brochure in-8^o de 8 pages et 1 portrait.

2^o Périodique nouveau :

4309. **CAPE TOWN.** *Geological Commission. South African Museum.* Annals IV, 1903, part 1 and 2.

M. X. Stainier fait, sous le titre : *Des relations génétiques entre les bassins houillers belges*, une communication orale développée exposant la partie spécialement géologique du travail qui va incessamment paraître dans les *Annales des Mines de Belgique* et promet pour le *Bulletin* un résumé de cette étude.

M. DE MONTESSUS DE BALLORE. — Sur les tremblements de terre des Andes méridionales. (Résumé.)

Sous ce titre, l'auteur adresse à la Société un travail développé, accompagné de tableaux et d'une planche fournissant la répartition des sismes observés dans les Andes méridionales.

Il y joint le manuscrit d'un *résumé* de ce travail, lequel résumé a été présenté à l'Académie des Sciences de Paris, en sa séance du 11 janvier 1904.

Nous en extrayons, pour le procès-verbal de la séance, les données suivantes :

Se basant en grande partie sur des notes laissées par feu le Dr von Dessauer, M. Goll, de Munich, vient d'achever la publication d'un important catalogue sismique relatif au Chili.

C'est ce catalogue qui a permis à l'auteur d'exposer dans son mémoire, destiné à la Société belge de Géologie, la répartition des zones d'instabilité du versant occidental des Andes comprises entre les 16° et 56° parallèles Nord. Voici les conclusions de cette étude :

« Les conditions de relief ressortent immédiatement comme le principal signe de l'instabilité sismique; je dis signe parce qu'elles n'ont pas d'action sismogénique par elles-mêmes, mais bien seulement par les dislocations qui les accompagnent, quand elles atteignent un degré absolu suffisant et que la pente s'accroît. Dans les territoires étudiés, les Andes apparaissent comme la tranche morcelée et disloquée en paquets de la lèvre occidentale d'une dalle soulevée de l'écorce terrestre, dalle qui n'aurait fait que fléchir à l'Est. Il n'y a donc grand relief et forte pente que du côté du Pacifique, et précisément, sauf une seule exception, les sismes ne se produisent que sur ce versant. Encore n'ont-ils lieu que là où ces conditions se maintiennent entre la crête de la chaîne et l'isobathe de 4000 mètres qui, parallèle à la côte dont il est rapproché, représente le pied de la Cordillère immergée sur environ le tiers de sa hauteur. Ce résultat est tellement exact qu'à Valparaiso, le seul point où cet isobathe touche le littoral, on constate une exacerbation notable des tremblements de terre.

» Entre les rios Loa et Salado, le Sud de la pampa de Tamarugal, le désert d'Antofagasta et le Nord de l'Atacama, c'est-à-dire presque toute la région des nitrates, correspondent à l'élargissement de la chaîne, à sa transformation en une série d'escaliers, à l'intervalle entre les fosses de Bartholomew et de Richards, et en même temps à une grande diminution des sismes.

» Il y a probabilité que la plupart des sismes des Andes méridionales soient d'origine sous-marine, comme sur la côte occidentale du Japon, le long de l'abîme de Tuscara, et ne fassent que mordre le littoral. Leur cause apparaît ainsi comme liée à la fracture représentée par l'isobathe de 4000 mètres. En tout cas, les sismes nettement sous-marins, c'est-à-dire non ressentis à terre, ainsi que les vagues sismiques, se montrent surtout à hauteur des quatre fosses de Krümmel, Bartholomew, Richards et Haeckel. »

Suit une étude régionale recherchant, entre autres, si certaines lignes orologiques, telles que la grande dépression longitudinale du Chili, telles encore que des morcellements en îles et en fjords, notamment des terres magellaniques, ont quelque rapport avec l'activité sismique, et l'auteur conclut par la négative. Il admet, vu l'insuffisance des données acquises sur les sismes sous-marins, que l'on pourra arriver à découvrir encore, notamment dans les parages des îles Desventuradas et Juan-Fernandez, le long de la branche ascendante de l'isobathe de 4000 mètres, une région océanique instable.

Il conclut en disant :

« Les sismes des Andes méridionales apparaissent ainsi comme le résultat ultime et indirect de la surrection de la chaîne et des dislocations concomitantes, d'autant plus qu'ils disparaissent à hauteur de la Patagonie, dont les couches pampéennes semblent indiquer par leur horizontalité une plus grande ancienneté dans l'arrêt du mouvement ascensionnel de la Cordillère, supposition corroborée par la diminution du relief émergé et immergé.

» Il est très remarquable que la répartition de l'instabilité sismique à tous les degrés d'intensité présente toutes les combinaisons possibles avec la présence ou l'absence des volcans, avec leur activité et leur extinction (il s'en est référé à la carte de Stübel); ce qui affirme une fois de plus l'indépendance complète, dans le temps et dans l'espace, des deux ordres de phénomènes. »

La séance est levée à 10 h. 50.

SÉANCE MENSUELLE DU 15 MARS 1904.

Présidence de M. J. Willems, Vice-Président.

La séance est ouverte à 8 h. 35.

En ouvrant la séance, M. le *Président* a le profond regret d'annoncer la mort subite et bien inattendue d'un de nos membres honoraires les plus distingués, M. *Fouqué*, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, qui vient de s'éteindre à l'âge de soixante-quinze ans, arraché brusquement par la mort à son professorat et à des occupations qui, la veille encore, le trouvaient plein d'entrain et de vigueur intellectuelle et physique.

La lettre de faire part, ajoute M. Willems, n'est pas encore parvenue à la Société belge de Géologie, mais le compte rendu sommaire n° 5 de la séance du 5 mars de la Société géologique de France nous apporte la triste nouvelle, datant du matin du jour même de ladite séance.

Comme il serait difficile de mieux synthétiser l'œuvre et la vie de notre regretté collègue que l'a fait, à cette séance, M. *P. Termier*, président de la Société géologique de France, M. *Willems* propose de reproduire ici dans nos procès-verbaux les passages suivants de cette allocution, ce qu'approuve l'Assemblée.

« Les premières études de M. Fouqué ont eu pour objet le volcanisme et les tremblements de terre. Sa mission scientifique à Santorin, en 1866, le rend immédiatement célèbre. Le beau mémoire qu'il publie, douze ans plus tard, sur les résultats de cette mission, devient classique, aussitôt qu'il est paru. Mais tout en étudiant l'Etna, les anciens volcans de la Grèce, ou Santorin, le jeune professeur se préoccupe de donner à la connaissance minéralogique et chimique des roches volcaniques une base solide, et à la science nouvelle qui vient, sous le nom de pétrographie, de prendre essor, une méthode précise. En 1879, avec la collaboration de M. Michel-Lévy, il publie cette « Minéralogie micrographique » qui a été, pour toute une génération de pétrographes, le catéchisme doctrinal et le

livre de chevet. Et vous savez sans doute que si l'on a été plus avant, en suivant d'ailleurs la voie tracée par les deux illustres auteurs de la « Minéralogie micrographique », on n'a pas fait mieux et que nombre de pages de ce livre resteront toujours vraies et toujours jeunes.

» En même temps qu'il faisait ainsi de l'ancienne lithologie, si vague et si incertaine, une science exacte et positive, M. Fouqué appliquait la nouvelle méthode à l'étude des roches éruptives et des roches cristallophylliennes du massif central de la France. Il nous faisait connaître, en publiant une série de feuilles de la Carte géologique détaillée, la véritable nature et l'ordre de succession des éruptions volcaniques du Cantal, et, sous les anciens volcans tertiaires, l'allure des gneiss et des micaschistes.

» Mais l'œuvre principale de M. Fouqué, celle qu'il a chérie particulièrement et à laquelle il a consacré le plus de temps et d'efforts, c'est la détermination des propriétés optiques des feldspaths plagioclases. Le problème, à peine attaqué par Des Cloizeaux, était hérissé de difficultés : et il y fallait une patience extraordinaire, en même temps qu'une connaissance profonde de la Minéralogie et de la Chimie. M. Fouqué y a travaillé pendant douze ans. En 1894, le problème était résolu, et depuis lors, toutes les études, si nombreuses, qui ont été publiées sur la diagnose des feldspaths dans les plaques minces se sont appuyées sur les données de M. Fouqué et ont montré, directement ou indirectement, la parfaite exactitude de ses déterminations.

» Depuis longtemps, M. Fouqué ne venait plus à nos séances, parce qu'il craignait de sortir le soir. Est-ce par cette même raison qu'il a repoussé, plusieurs fois, les avances de nos confrères qui désiraient, pour l'honneur de la Société géologique, le voir arriver à la présidence ? N'est-ce pas plutôt par une exagération de cette modestie qui était l'un des traits les plus marqués et l'un des plus attachants de son caractère ? En tout cas, s'il ne nous a jamais présidés, et si sa présence même manquait à nos séances, il était de ceux que l'on n'oublie point et dont l'influence est toujours présente et toujours vivante. Et maintenant qu'il est mort, cette influence survivra. Nous tous qui l'avons connu et admiré, nous garderons pieusement sa mémoire comme celle du savant le plus consciencieux, le plus scrupuleux, le plus jaloux de la précision de sa science et de la perfection de son travail, qui fût jamais ; comme celle, aussi, d'un véritable homme de bien, doux, modeste, simple, ennemi du bruit et des honneurs, adoré de ses proches et de ses élèves ; comme celle, enfin, d'un chef d'école justement apprécié dans le monde entier, et de l'un des hommes qui ont le plus contribué au bon renom des géologues et des minéralogistes français. »

L'Assemblée tout entière s'associe à l'hommage rendu à notre regretté collègue et décide qu'une lettre de condoléance sera envoyée à la famille.

Correspondance :

MM. *Stainier* et *Cornet* font excuser leur absence.

MM. *Teall*, de *Montessus de Ballore*, *Harzé*, *Willems* et *Mourlon* remercient pour leurs nominations respectives de membre honoraire, membre associé étranger, vice-présidents et délégué du Conseil de la Société.

M. *Émile Rivière*, président de la Société préhistorique de France, envoie, à titre de propagande, quelques circulaires relatives à cette nouvelle société, dont le succès paraît s'affirmer dès sa création.

Le Comité du *VIII^e Congrès international de Géographie* a fait parvenir le programme de la session, qui se tiendra cette année à Washington. Parmi les sujets à l'ordre du jour figurent la géographie physique, la géomorphologie, l'hydrologie et la géophysique. Ce document est tenu à la disposition de tous ceux que la chose peut intéresser.

M. *Maillieux* annonce la découverte, à Couvin, d'un gîte fossilifère appartenant au système coblencien, dans lequel il a découvert une faune des plus intéressantes. Il fait appel à un confrère obligeant pour la détermination des Céphalopodes du Devonien inférieur.

M. le *Gouverneur de la province d'Anvers* annonce que la Députation permanente vient d'ordonner la liquidation du subside de 500 francs accordé à la Société sur les fonds de la province. (Remerciements.)

M. *Georges Loppens* sollicite sa réadmission comme membre effectif de la Société, qu'il avait dû quitter par suite de changement de résidence. L'Assemblée, à l'unanimité, décide la réinscription de M. *Loppens* au nombre des membres effectifs de la Société.

La « Bibliothèque des Sociétés savantes de Bruxelles ».

M. le *Secrétaire général* a reçu de M. *Fern. Jacobs*, Président de la Société d'Astronomie, le texte d'une requête que les délégués des sociétés savantes de la capitale se proposent d'adresser à M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique, dans le but d'obtenir l'appui

du Département pour la création d'une « Bibliothèque des Sociétés savantes de Bruxelles ».

Invité à apposer sa signature sur ce document, M. le Secrétaire général, en raison des engagements qui lient actuellement la Société au *Service géologique de Belgique*, dans les locaux duquel se trouve avantageusement déposée sa riche bibliothèque, ne s'est pas cru autorisé à donner suite à cette demande sans autorisation préalable de la Société, et il donne lecture de la requête, qui peut se résumer comme suit :

Depuis de longues années, il est reconnu qu'un *Hôtel des Sociétés savantes*, permettant à nos diverses associations scientifiques de se grouper d'une manière pratique, d'obtenir des salles de réunions et de conférences bien appropriées et de centraliser leurs services en les simplifiant, constitue un desideratum des plus favorables au développement de nos sociétés.

En attendant qu'un tel vœu puisse être réalisé, la réunion de leurs bibliothèques dans un local commun serait appelée à rendre de grands services. Le Comité des délégués propose donc la création d'un organisme nouveau, la « Bibliothèque des Sociétés savantes de Bruxelles », qui serait gérée par les délégués des diverses associations affiliées. Chaque société conserverait la propriété de ses collections, mais tous les ouvrages seraient mis à la disposition de tous les membres des autres associations. La requête expose les raisons et l'utilité de cette mesure, qui impliquerait, entre autres, la création d'un *Cabinet des périodiques scientifiques*, venant utilement combler les trop nombreuses lacunes du rouage similaire existant à la Bibliothèque royale.

Comme locaux pour la réalisation de son objectif, le Comité voudrait pouvoir s'assurer l'usage de salles actuellement inoccupées, dont l'aménagement entraînerait à peu de frais et dont la situation centrale conviendrait fort bien au but recherché : le sous-sol du Palais des Beaux-Arts, côté perpendiculaire à la rue de la Régence... Suivent quelques détails sur ces locaux, dont les dimensions tout au moins paraissent convenables et suffisantes.

L'adhésion en principe du Ministre des Finances a été obtenue, sous des réserves qu'il est aisé de respecter, et la requête a pour but d'obtenir l'appui et le concours du Département de l'Intérieur. L'obtention des locaux est demandée, bien entendu à titre provisoire et en attendant que, dans la transformation des bâtiments à l'occasion du futur « Mont des Arts », un local complet et définitif puisse être accordé aux Sociétés savantes.

L'Assemblée, consultée, approuve M. le Secrétaire général d'avoir tout d'abord soumis cette importante question à la Société avant d'engager celle-ci dans une demande ou requête pouvant éventuellement présenter des inconvénients, vu la complexité des intérêts en jeu.

M. Kemna proteste contre un projet qui relèguerait les Sociétés scientifiques dans les caves d'un bâtiment dont les Arts occupent le rez-de-chaussée et le bel étage. Il y a une hiérarchie des manifestations intellectuelles, dans laquelle l'art a sans doute une place, mais certainement pas au sommet ni au-dessus de la science; les positions relatives sont tout juste l'inverse. Il est vrai que les arts seuls comptent auprès du vulgaire et même du personnel ordinaire administratif et gouvernemental; mais c'est parce que le rôle de mécène artistique est à la portée de l'intelligence moyenne, tandis qu'il faut une certaine culture pour apprécier et goûter la science. Ceux qui veulent nous donner les sous-sols du Musée des Beaux-Arts ont été animés du seul désir de nous rendre service, et l'honnêteté de leurs bonnes intentions mérite toute notre gratitude; ceux qui nous demandent aujourd'hui d'accepter cette solution n'ont voulu voir que les avantages, d'ailleurs réels, d'un local central, comparés avec la situation actuelle des Sociétés savantes, en état de vagabondage ou logées par charité et promenées d'une chambre dégarnie à l'autre, comme des parents pauvres et encombrants. Il vaut mieux loger dans une cave que sous les ponts et, du reste, ce ne sera que « provisoire »; mais ce provisoire durera vingt-cinq ans.

Il est un pays où le gouvernement, conforme en cela à l'esprit public, considère comme hors de sa sphère d'action l'enseignement, les hôpitaux, les chemins de fer, — où l'on douterait de l'intégrité des fonctions intellectuelles de celui qui parlerait de protéger les arts par des moyens officiels; tout cela est abandonné à l'initiative privée. Une seule exception a été faite. En plein centre de Londres, dans Piccadilly, le Gouvernement a construit le palais des Sociétés savantes; c'est Burlington House, où, en 1899, nous avons été les hôtes de la *Geological Society*. C'est la réponse à la proposition de nous enterrer dans une cave.

Le phénomène le plus marquant dans l'histoire mondiale du dernier quart de siècle est l'essor économique de l'Allemagne. Y aurait-il un seul homme politique assez obtus pour ne pas voir que c'est la science, la science seule, qui a permis, créé, incité ce développement? Pour

un pays comme la Belgique, trop petit, trop peuplé, qui ne se maintient que par l'effort de plus en plus pénible de sa grande industrie, n'est-ce pas une question vitale et pressante que d'organiser son travail scientifique en facilitant la tâche courageusement entreprise, on peut le dire, par les sociétés privées?

Voilà ce que nous devons dire très haut aux gouvernants, tous bien intentionnés, quelques-uns à l'esprit assez large pour comprendre qu'en parlant ainsi, en attirant sur ce point important leur attention distraite par une multitude d'autres questions, nous leur rendons un service à eux et nous accomplissons nous-mêmes un devoir patriotique.

En se plaçant au point de vue plus étroit de notre Société, nous n'avons aucun avantage à nous rallier à la proposition qui nous est faite. Notre bibliothèque est logée avec celle du *Service géologique* et les deux se complètent l'une l'autre. J'ai, dans ces derniers temps, beaucoup fréquenté notre bibliothèque et j'ai pu apprécier les avantages de l'association avec le Service géologique, surtout de l'inépuisable complaisance du chef de ce service, notre excellent collègue M. Mourlon. Nous ne pourrions que perdre au change. Mais ces raisons sont secondaires vis-à-vis de la question principale qui est : faire enfin reconnaître d'une façon pratique, par l'octroi de locaux convenables, la considération légitime due à la science, en la personne des Sociétés scientifiques d'initiative privée.

M. *Van den Broeck* fait connaître qu'il est animé des mêmes scrupules que M. *Kemna* et que c'est pour ce motif qu'il n'a pas cru pouvoir signer la requête.

Il est également d'avis que notre bibliothèque est logée on ne peut mieux au Service géologique, mais il faut, dit-il, envisager la circonstance du transfert prochain au parc du Cinquantenaire; l'éloignement du local d'une part, et les craintes que l'on pourrait avoir d'autre part d'installations peu favorables, constituent des éléments pouvant devenir peu favorables pour la Société. Aussi, la réunion éventuelle des bibliothèques des sociétés savantes mérite-t-elle d'être sérieusement étudiée. M. *Van den Broeck* propose d'en référer au Comité spécial de la bibliothèque.

Après un échange de vues sur ce sujet, l'Assemblée décide le renvoi de l'examen de cette question au Comité prénommé, qui sera prié d'examiner les locaux et de faire connaître son avis au Conseil.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

4310. **Royal Society of London.** *The Atoll of Funafuti. Borings into a coral reef and the results. Being the Report of the Coral reef Committee.* Londres, 1904. Volume in-4° de 428 pages, 6 planches et 19 cartes en atlas.
4311. ... *Betonierungen von Schachtsohlen unter Wasser.* Budapest, 1904. Extrait in-4° de 3 pages.
4312. ... *Rapport annuel, pour l'exercice 1902-1903, de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels.* Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 52 pages.
4313. ... *Compte rendu de la sixième session du Congrès international d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie (Grenoble 1902).* Grenoble, 1903. Volume grand in-8° de 783 pages et 3 planches.
4314. **Gesell, Al.** *Geologische und Gangverhältnisse des Dobsinaer Bergbaugesbietes.* Budapest, 1904. Extraits in-4° de 3 et 4 pages.
4315. **Bueler, H.** *Studie über die Goldgewinnung in Verespatak (Ungarn).* Budapest, 1903 et 1904. Extraits in-4° de 2 et 2 pages.
4316. **Credner, H.** *Die geologische Landesanstalt des Königreichs Sachsen.* Freiberg, 1904. Extrait in-4° de 8 pages et 1 tableau.
4317. **De Leener, G.** *La réforme de l'enseignement technique. Rapport présenté, dans la séance du 9 février 1904, au Comité d'études de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 12 pages.
4318. **Dollo, L.** *Les grandes faces de l'histoire de la Terre.* Traduction russe par M. N. Jacolew. Saint-Petersbourg, 1904. Extrait in-8° de 25 pages.
4319. **Feolde, G.** *La loi française sur les accidents du travail et son application dans la pratique.* Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 29 pages.
4320. **Lohest, M., Habets, A., et Forir, H.** *La Géologie et la reconnaissance du terrain houiller du Nord de la Belgique.* Liège, 1904. Extrait in-8° de 59 pages.
4321. **de Montessus de Ballore.** *Loi générale de la répartition des régions sismiques instables à la surface du Globe.* Leipzig, 1904. Extrait in-8° de 10 pages et 1 planche.

4322. **Mourlon, M.** *Encore un mot sur les travaux du Service géologique de Belgique, à propos de contestations relatives aux résultats de ses prospections par sondages et de la confection de son répertoire bibliographique.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 12 pages.
4323. **Pavlow, A.-P.** *Tremblement de terre.* Saint-Petersbourg, 1903. Extrait in-8° de 23 pages et 15 figures.
4324. **Pavlow, A.-P.** *Les glissements de terrain dans les gouvernements de Simbirsk et Sarakow, au voisinage de la Volga.* Moscou, 1903. Extrait in-8° de 69 pages et 29 planches.
4325. **Putzeys, E., Van den Broeck, E., et Denil, E.** *Notes sur le rapport d'expertise déposé le 8 juillet 1902, en cause de la Société anonyme des carrières et fours à chaux de la Dendre, à Maffles, contre la Société anonyme du canal de Blaton à Ath et de la Dendre canalisée, à Bruxelles.* Mons, 1903. Mémoire in-4° de 56 pages, 1 plan et 9 figures.
4326. **Raspillaire, E.** *Note sur la caractéristique chimique des charbons inférieurs et des charbons oxydés ou altérés.* Chambéry, 1903. Extrait in-8° de 16 pages.
4327. **Sacco, F.** *Esame geologico comparativo di due progetti di linee ferroviarie attraverso l'Appennino Ligure (con annesse Carta e Sezioni geologiche).* Gênes, 1903. Brochure in-4° de 33 pages et 1 carte.
4328. **Seguenza, L.** *Sulla priorità di alcuni studi di G. Seguenza.* Bologne, 1902. Extrait in-8° de 3 pages.
4329. **Seguenza, L.** *L'Hippopotamus Pentlandi Falconer di Taormina.* Acireale, 1900. Extrait in-8° de 8 pages.
4330. **Seguenza, L.** *Nuovo Lembo del Lias inferiore nel Messinese.* Rome, 1900. Extrait in-8° de 3 pages.
4331. **Seguenza, L. et G.** *I Pesci fossili della prov. di Reggio (Calabria) citati dal Prof. G. Seguenza.* Rome, 1901. Extrait in-8° de 11 pages.
4332. **Seguenza, L. et G.** *I vertebrati fossili della provincia di Messina. Parte prima : Pesci.* Rome, 1900. Extrait in-8° de 76 pages et 2 planches.
4333. **Seguenza, L. et G.** *I vertebrati fossili della provincia di Messina. Parte seconda : Mammiferi e geologia del piano Pontico.* Rome, 1902. Extrait in-8° de 61 pages et 3 planches.
4334. **Seguenza, L. et G.** *I vertebrati fossili della provincia di Messina. Parte terza : Mammiferi pliocenici e quaternari.* Rome, 1902. Extrait in-8° de 19 pages.

4335. **Seguenza, L. et G.** *Molluschi poco noti dei terreni terziarii di Messina. Trochidae e Solariidae.* Rome, 1902. Extrait in-8° de 10 pages et 1 planche.
4336. **Seguenza, L. et G.** *Nuovi lembi pliocenici della provincia di Messina.* Bologne, 1903. Extrait in-8° de 5 pages.
4337. **Zittel (Karl A. von).** *Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie). 1. Abteilung. Invertebrata.* Munich, 1903. Vol. grand in-8° de 568 pages et 1405 figures.

Communications :

AD. KEMNA. — Recrudescence de la fièvre typhoïde à Paris.

M. Kemna signale une recrudescence de la fièvre typhoïde à Paris dans la zone desservie par l'eau de l'Avre. Les pluies exceptionnellement abondantes ont, un peu partout, amené une augmentation des cas de cette maladie, et il est nettement établi que les eaux captées par la ville de Paris ne sont pas suffisamment protégées contre la contamination. Il est donc à craindre que pendant longtemps encore, et malgré les plus louables efforts pour pallier aux inconvénients inhérents à la nature même du sol, on aura toujours à craindre des accidents.

La ville de Rotterdam a également été visitée par la fièvre typhoïde dans le courant du mois de janvier. Le cas est d'autant plus intéressant qu'il est exceptionnel; car la ville est alimentée par l'eau de Meuse filtrée; tout le monde est abonné, et il y a une surveillance scientifique sérieuse exercée par un homme compétent, M. van 't Hof, le frère du célèbre professeur de Berlin, le premier récipiendaire du prix Nobel pour la chimie.

Il y a une dizaine d'années, j'ai eu l'occasion de connaître les travaux d'eau de Rotterdam. Ces installations présentent quelques particularités, qui pourront peut-être constituer des éléments d'information pour rechercher les causes de l'accident.

Le sable employé est très fin, circonstance qui paraît favorable au premier abord, mais qui entraîne deux conséquences : le colmatage rapide et la difficulté de laver le sable. Les filtres ne marchent que quelques jours, et il y a donc toujours une proportion relativement considérable de filtres neufs. On ne lave pas le sable, car il est plus économique de prendre dans la rivière le nouveau matériel dont on a besoin.

Les eaux sont un service municipal; les abonnements sont donnés à forfait et les particuliers n'ont pas de compteurs. Aussi la consommation est-elle considérable; il m'a été déclaré par un des fonctionnaires que cette grande consommation était considérée comme utile pour les égouts.

Je tiens à répéter que ces renseignements datent déjà d'une dizaine d'années, et je ne puis affirmer qu'il en est encore ainsi à l'heure actuelle. Sur un point tout au moins, les idées de l'administration paraissent s'être modifiées. On pensait que les travaux d'extension auraient assuré le service pour une longue période; mais au bout de quelques années seulement, on votait un règlement comminant quinze florins d'amende contre celui qui arroserait sa façade.

Il est à remarquer que les accidents avec les eaux artificiellement filtrées se produisent toujours en hiver; le cas de Rotterdam confirme cette règle. La gelée entrave sérieusement le fonctionnement des filtres, en réduisant l'activité biologique des organismes de la couche superficielle du sable; en même temps, la consommation suit une marche rapidement ascendante, car le consommateur se refuse à prendre les moindres précautions pour empêcher la congélation des tuyaux domestiques et trouve beaucoup plus simple de laisser couler les robinets. Les municipalités souvent n'osent pas intervenir, et il en résulte alors des accidents. Le cas de Rotterdam peut servir de leçon.

M. *Putzeys* rappelle qu'en Allemagne, on abandonne le plus possible les eaux superficielles pour puiser aux nappes du sous-sol. Il est même question d'alimenter ainsi Berlin.

M. *Kemna*. — Non seulement ce remplacement à Berlin est chose décidée, mais c'est aux trois quarts déjà chose faite. On a commencé à Berlin avec les eaux du sous-sol pour les abandonner au bout de fort peu de temps et filtrer la Sprée; devant la pollution croissante de cette rivière, on a abandonné les installations du Stralauer Thor et construit des usines au Müggelsee et au Tegelersee. Mais la ville s'étend rapidement de ce côté, on fait de l'hygiène par application inconsidérée de principes simplistes et l'on contamine les rivières. On est donc revenu au sous-sol; mais les eaux sont ferrugineuses et sulfurées; on les aère sur des bâtiments de graduation et on les fait passer par les filtres pour retenir l'oxyde ferrique précipité. Incontestablement, le procédé est plus sûr que le filtrage d'eaux superficielles, mais on peut se demander si l'accroissement de sécurité est tel qu'il justifie les très grands frais. J'ai pu constater que les ingénieurs compétents ne se

prononcent pas sur ce point. En réalité, le changement à Berlin a été imposé par une très haute influence.

Il faut rappeler aussi que la ville de Bruxelles a la chance de se trouver à proximité d'un vaste bassin de sable bruxellien, entre deux couches d'argile. L'utilisation de cette nappe était tout indiquée et a donné d'excellents résultats. Mais tout le monde n'a pas la même chance, et alors il faut adopter d'autres procédés d'alimentation.

La parole est donnée ensuite à M. G. Simoens pour ses deux communications mises à l'ordre du jour :

Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast,
par M. G. SIMOENS, docteur en sciences minérales.

Nos savants confrères de la Société géologique à Liège, MM. *Lohest*, *Habets* et *Forir*, ont fait paraître récemment dans les *Annales* de cette Société un mémoire intitulé : *Étude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes* (1), et qui débute par une bibliographie critique de la question. Chaque travail paru se rapportant à notre nouveau bassin houiller y est analysé et commenté. Je désire, dans la présente note, rencontrer les arguments invoqués par nos savants confrères pour infirmer les idées que j'ai exposées à différentes reprises devant notre Société et qui me portent à attribuer aux roches de Quenast l'âge du plissement hercynien, c'est-à-dire permo-carboniférien.

L'année dernière, au cours d'une discussion, je disais « que les roches tourmalinifères trouvées dans le poudingue de Burnot, dont parle Dumont, ont été reconnues identiques aux cailloux trouvés par MM. de la Vallée Poussin et Renard dans le poudingue de Burnot, et à différentes reprises, — disais-je, — ces auteurs ont déclaré ne pouvoir rapporter ces roches à aucun des affleurements de roches plutoniennes connus en Belgique ».

J'ajouterai que tous les auteurs qui ont examiné ces cailloux tourmalinifères se sont rangés à cette idée, et voici ce que disait notamment notre savant Président M. X. Stainier, en terminant sa note intitulée : *Caillou tourmalinifère dans le poudingue de Burnot* (2) :

« Les différents auteurs qui se sont occupés des roches tourmalini-

(1) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXX, 1^{re} livraison (Mém.), p. 101.

(2) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, Liège, 1889-1890, t. XVII (Mém.), pp. 45-48

fères sont d'accord pour affirmer leur entière liaison avec les roches granitiques. Il s'ensuit que celles ci, qui ne sont plus connues aujourd'hui en Belgique, ont eu jadis dans le bassin de Dinant une répartition telle qu'elles aient pu fournir les débris constatés. »

Tout le monde est donc d'accord pour admettre que les cailloux tourmalinifères appartiennent à une roche inconnue en Belgique *in situ*. Immédiatement après avoir reproduit mon texte cité plus haut, mes savants collègues écrivent : « Nous ne pouvons laisser passer cette allégation sans faire remarquer que Dumont n'a pas pu confondre ce qu'il appelait le chlorophyre de Quenast et de Lessines avec les cailloux tourmalinifères du Gedinnien et du Burnotien, qui n'ont pas la moindre ressemblance avec cette roche. » Puis les auteurs précités reproduisent le passage connu de Dumont aux pages 516-517 de son mémoire de 1848 et qui se termine ainsi : « Or, en dirigeant mes recherches vers ce but, j'ai trouvé dans les poudingues quelques fragments d'eurite et de chlorophyre, dont l'identité avec les roches en place me paraît assez bien établie pour en conclure que ces derniers sont de formation antérieure à celle du terrain anthraxifère. »

Puis mes savants contradicteurs ont recherché dans les collections de Dumont les échantillons se rapportant à ce passage; ils déclarent n'en avoir trouvé qu'un seul, étiqueté *chlorophyre* et portant le n° 2054, dont nous allons nous occuper.

Il résulte de ce qui précède que nos confrères ne retiennent que l'échantillon 2054.

Tous les autres cailloux tourmalinifères sont rejetés, attendu qu'ils n'ont pu être, nous disent nos confrères, confondus par Dumont avec le chlorophyre de Quenast.

Le débat porte dès lors uniquement sur l'échantillon 2054.

Ce caillou a été étudié en 1876 par de la Vallée Poussin et A. Renard, et à la page 148 de leur mémoire (1) on trouve le passage ci-après, concernant le n° 2054, qui est aussi reproduit dans la note dont je désire rencontrer ici les conclusions.

Ce texte se termine ainsi : « A en juger par le fragment, nous considérons cette roche comme ayant beaucoup de ressemblance de structure et de composition avec celle à gros grains de Pitet. »

Rien n'est plus intéressant que la lecture intégrale du chapitre, ne

(1) *Mémoire sur les caractères minéralogiques et stratigraphiques des roches dites plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française.* (MÉM. COUR. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XL.)

contenant cependant que deux pages et demie, d'où ces lignes sont extraites.

Ce chapitre est intitulé : *Fragments de roches cristallines enclavées dans le poudingue de Boussalle et de Burnot.*

Les savants lithologistes y étudient d'abord le fragment recueilli par eux à Boussalle, et voici leur conclusion : « Ce fragment provient donc d'une roche amphibolique d'un type qui, à notre connaissance, n'apparaît nulle part en Belgique. »

Puis ils abordent l'échantillon portant le n° 2054 en disant :

M. Dewalque a soumis à notre examen deux fragments du poudingue de Burnot recueillis par Dumont à Grand-Poirier (ferme de la commune de Marchin). Ces échantillons contiennent des fragments de roches feldspathiques et amphiboliques que nous ne pouvons identifier sûrement avec aucune des roches plutoniennes que nous connaissons en Belgique ou dans les Ardennes françaises. Puis suivent les descriptions des échantillons en question : n°s 254 = 2054 et 255.

Il résulte de ceci que l'étude des échantillons de Dumont, faite par de la Vallée Poussin et Renard en 1876, montre bien qu'il n'est pas possible de les identifier avec le chlorophyre de Quenast, comme le le voulait l'illustre géologue.

Mais quand, plus tard, Renard revint sur le sujet, il fut tout aussi catégorique pour refuser encore d'assimiler les échantillons de Dumont au chlorophyre de Quenast et aux autres roches plutoniennes connues en Belgique; voici le début du mémoire de notre savant et regretté confrère : *Sur la composition minéralogique de l'arkose de Haybes.*

« Dans un travail publié il y a quelques années avec la collaboration de M. de la Vallée Poussin, nous avons fait connaître l'existence en Belgique de fragments de roches tourmalinifères appartenant au terrain granitique.

» Nous avons développé les raisons qui militent en faveur de cette interprétation dans la *Notice sur un fragment de roche tourmalinifère du poudingue de Boussalle* (1).

» L'étude lithologique de ces cailloux à tourmaline nous avait conduits à penser que des roches de la famille du granite, qui n'affleurent plus en Belgique ni dans les contrées voisines, étaient plus ou moins à découvert à l'époque où se déposèrent le long du rivage du Condroz les premiers conglomérats devoniens inférieurs.

» Les dimensions considérables du fragment que nous avons recueilli,

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1877.

ses contours anguleux, son association avec des fragments provenant la plupart du terrain silurien du Condroz, nous amenaient à admettre que son lieu d'origine n'était pas fort éloigné du conglomérat de Boussalle.

» Il existe d'autres preuves, croyons-nous, qui tendent à appuyer l'idée que nous venons de rappeler. *On sait que Dumont avait recueilli dans les couches du même poudingue d'où nous avons extrait l'échantillon de roche tourmalinifère, des fragments qui doivent avoir la même origine que celui décrit par nous.*

» *Ce géologue avait admis que certaines masses plutoniennes des terrains anciens de Belgique étaient antérieures au poudingue anthraxifère du bassin septentrional, parce que l'on rencontrait parmi les cailloux de ce poudingue des fragments de roches cristallines du Brabant (1).*

» M. Gosselet, par des raisons très probantes tirées de la lithologie et de la stratigraphie, a fait rentrer le poudingue de Boussalle et d'Hermalle-sous-Huy dans l'horizon du Poudingue de Fépin, qui est, comme l'on sait, la base du terrain rhénan de Dumont.

» Dans notre mémoire sur les roches plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française (2), nous avons décrit les roches que ce savant avait recueillies dans les couches en question; nous les avons considérées comme formées d'une aggrégation de hornblende et de quartz laiteux et très différentes des autres roches amphiboliques du pays. *L'examen que j'ai fait de quelques plaques minces de ces roches, dont les échantillons sont conservés dans la collection de l'Université de Liège, m'indique que les cailloux trouvés par Dumont dans le poudingue rhénan doivent se rapporter au même type que l'échantillon du poudingue de Boussalle.* »

Il résulte donc de la lecture de ces lignes :

1° Que les cailloux tourmalinifères de Boussalle restent toujours, comme ceux de MM. Stainier, Bayet et Lohest lui-même, bien loin du chlorophyre de Quenast, avec lequel Dumont ne pouvait pas non plus les confondre d'après nos confrères liégeois;

2° Le fameux échantillon 2054, le seul retenu au débat, est assimilé par Renard, après dix ans de nouvelles études, aux autres roches tourmalinifères et jeté, comme celles-ci, par-dessus bord.

(1) *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan*, pp. 316-317. Il est à remarquer que les critiques de Renard se rapportent aux mêmes pages 316-317 de Dumont que m'opposent, en les reproduisant, MM. M. Lohest, A. Habets et H. Forir.

(2) DE LA VALLÉE POUSSIN et RENARD, *Mémoire sur les roches plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française*. MÉM. ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 1876, p. 147.)

Mais voici ce qu'écrivent encore les savants professeurs de l'Université de Liège :

« Nous ferons remarquer que le caillou en question n'est pas sans présenter certaines analogies avec la roche de Quenast et de Lessines ; si l'on tient compte, d'une part, des importantes modifications que de la Vallée Poussin et Renard ont apportées dans leurs descriptions et déterminations primitives ; d'autre part, des difficultés presque insurmontables que présente l'étude microscopique des roches éruptives fortement altérées, on devra bien admettre que la dénomination de « chlorophyre » donnée primitivement par Dumont au caillou de Marchin ne doit pas être définitivement écartée, étant donné surtout le coup d'œil si sûr de l'illustre géologue. »

Je regrette de devoir me séparer nettement de mes estimables confrères.

On semble faire un grief à de la Vallée Poussin et Renard d'avoir modifié leurs idées au fur et à mesure de leurs travaux. C'est précisément l'ardeur qu'ils ont apportée et le temps qu'ils ont mis, si pas à résoudre, tout au moins à simplifier le problème, qui me font attacher une plus grande valeur à leur opinion. Et quelle qu'ait été la sûreté du coup d'œil de Dumont, qui fut un génie pour son époque, il n'est pas admissible de l'opposer au coup d'œil donné au travers d'instruments perfectionnés par les spécialistes non moins expérimentés que furent de la Vallée Poussin et Renard. Voici la conclusion de nos savants confrères de la Société géologique de Belgique :

« Nous estimons donc, — nous disent-ils, — que si la présence de ce caillou dans le poudingue burnotien ne peut être considérée comme une preuve irréfutable de l'âge anté-burnotien « du volcan de Quenast », elle ne doit pas moins rendre très circonspect quant à l'attribution d'une origine plus récente à la fissure dans laquelle les roches éruptives ont été injectées en cet endroit. »

Je ferai remarquer que nos confrères admettent que l'étude de ces roches présente « des difficultés presque insurmontables ». Cela étant, j'ai fait une tentative pour atteindre à la lumière dans une autre direction et j'ai envisagé le problème au point de vue purement tectonique.

Je me suis surtout efforcé d'appliquer à notre pays les conceptions de M. E. Suess, et je pense avoir mis en relief l'analogie que je crois exister entre nos contrées et celles qui me servirent de terme de comparaison.

A ce point de vue, les conclusions de nos savants collègues n'infirmement en rien ce que j'ai dit.

En passant, je dirai combien est regrettable la forme dubitative employée par nos éminents confrères, car elle leur permet de combattre mes idées tout en ne les désavouant pas nettement, et de préconiser celles de Dumont en ne les acceptant pas cependant d'une manière définitive.

J'aime à croire cependant, vu l'importance de la question, que les savants professeurs de Liège ne tarderont pas à prendre position dans le débat.

Quoi qu'il en soit, je ne puis admettre leur raisonnement, qui engage à être « très circonspect quant à l'attribution d'une origine plus récente », c'est-à-dire permo-carboniférienne, des roches de Quenast dans une note où non seulement ils se dispensent de faire allusion aux raisons que j'ai formulées en faveur de cette opinion, mais où ils opposent à mes conclusions celle de Dumont, infirmée depuis longtemps par d'autres géologues et que nos confrères liégeois admettent eux-mêmes comme « ne pouvant être considérée comme une preuve irréfutable de l'âge anté-burnotien », que je combats. On voudra bien reconnaître, en effet, qu'il est difficile de réfuter des arguments au moyen de preuves que l'on reconnaît, par avance, ne pas être irréfutables.

Je terminerai ici cette petite incursion dans le domaine si intéressant des documents écrits où m'ont convié nos savants confrères, et je pense que mes idées n'en sortent pas ébranlées.

Au sujet de cette communication, M. *Hankar-Urban* rappelle que M. *Simoens* a déjà, à plusieurs reprises, entretenu la Société de la question de l'âge du volcan de Quenast, et l'idée de l'âge post-houiller de celui-ci est déjà ancienne. Il croit donc intéressant de remémorer l'opinion de d'Omalius d'Halloy sur ce sujet, lequel, dans son étude intitulée : *Coup d'œil sur la Géologie de la Belgique*, s'est exprimé comme suit :

Parlant du plissement des terrains ardoisier, anthraxifère et houiller, d'Omalius se demande : « Cette grande révolution concorde-t-elle avec la sortie de nos culots porphyriques? C'est ce que nous ne pourrions assurer, mais ce qui nous paraît probable; d'abord parce que ces porphyres ont quelques ressemblances avec des porphyres quartzifères d'autres contrées, dont l'éjaculation de l'époque pénéeenne est démontrée; ensuite parce que si les porphyres avaient déjà existé lors de la formation des terrains ardoisier, anthraxifère et houiller, il semble que l'on devrait en trouver au moins quelques fragments dans les roches pou-

dingiformes de ces dépôts; ce qui paraît ne pas avoir lieu, sauf dans le voisinage immédiat des porphyres; enfin, parce que nos terrains postérieurs à l'époque pénéeenne ne sont jamais atteints ou modifiés par les porphyres. »

Comme on le voit, ajoute M. *Hankar-Urban*, l'idée de M. *Simoens* est déjà émise en germe; quelles sont, dès lors, les considérations qui ont porté à abandonner l'idée de d'Omalius?

M. *Van den Broeck* fait observer que si l'idée de la contemporanéité de l'éruption, d'ailleurs sous-marine, de Quenast avec le Cambrien s'est établie naguère d'une manière très générale, c'est parce que certaines arkoses de la région de Quenast, interstratifiées dans les couches cambriennes qui enserrant le massif éruptif de cette localité, étaient considérées comme représentant des cendres volcaniques retombées et étalées au fond de la mer cambrienne. Actuellement, on a reconnu que cette interprétation des arkoses en question doit être abandonnée, et du même coup est tombé l'un des principaux arguments en faveur de la contemporanéité cambrienne, et l'on pourrait ainsi admettre sans difficulté le bien fondé des vues de d'Omalius.

M. *Simoens* est d'autant plus heureux des observations de MM. *Van den Broeck* et *Hankar* que ce dernier lui avait opposé précédemment les idées de Dumont, et il rappelle à cette occasion que tout le monde s'était, sans discussion contradictoire, simplement rallié à l'idée de Dumont, qui déclarait, contrairement au texte de d'Omalius, cité plus haut par M. *Hankar*, avoir trouvé dans le poudingue devonien des débris du chlorophyre de Quenast. Or, c'est toujours cette opinion de Dumont que lui opposent nos confrères liégeois, et il a tenu à montrer une fois de plus combien elle est peu fondée.

M. *Hankar* observe enfin que d'Omalius n'avait pas encore de preuve bien tangible de ce qu'il avançait, mais que l'idée de l'âge post-houiller du volcan de Quenast était nettement en germe dans son esprit.

M. *Simoens*, abordant sa seconde communication, s'exprime comme suit :

Sur la présence de cherts dans le calcaire devonien,
par G. SIMOENS, docteur en sciences minérales.

A la séance du 21 juin 1903 de la Société géologique de Belgique, à Liège, M. P. Fourmarier a présenté un échantillon de chert noir provenant du calcaire frasnien, découvert lors d'une excursion faite aux

environs d'Aywaille; cet échantillon fut trouvé dans les calcaires qui surmontent, d'après M. P. Fourmarier, la couche schisteuse qui forme dans la région la base du Frasnien.

J'ai eu l'occasion, l'automne dernier, de faire une observation analogue à Villers-le-Gambon, localité située sur la feuille de Sautour, levée et publiée au 20 000^e par MM. Dupont et J.-C. Purves en 1885, et publiée au 40 000^e par M. H. Forir en 1899.

Comme le fait à juste titre remarquer M. P. Fourmarier, les cherts sont très rares dans le calcaire devonien, et c'est ce qui m'engage à signaler ce point de l'Entre-Sambre-et-Meuse où j'ai eu l'occasion d'observer ceux-ci.

Les cherts s'observent particulièrement bien dans la partie méridionale de la tranchée du chemin de fer située au Sud de la gare de Villers, dans les calcaires *Ftq* de M. E. Dupont et dénommés par lui calcaires stratifiés, bleus et lilas, parfois crinoïdiques, et désignés sur la feuille de M. Forir par la notation *Fr10*, calcaires stratifiés massifs ou noduleux. Ces cherts, qui sont noirs, se trouvent alignés dans les bancs stratifiés tout comme nous avons coutume de les voir dans le calcaire carbonifère; ils y sont particulièrement nombreux et se poursuivent des deux côtés de la voie ferrée sur une épaisseur de 2^m50 environ. On se rappelle que nos savants et regrettés confrères A. Renard et C. Klement se sont occupés à différentes reprises des concrétions siliceuses qui se rencontrent dans nos dépôts calcarifères. Dans ses *Recherches lithologiques sur les phtanites du calcaire carbonifère de Belgique*, Renard avait été amené, en 1878, à présenter les conclusions suivantes : D'après lui, les phtanites étaient le résultat d'une pseudomorphose des calcaires, et il rejetait, pour expliquer leur origine, l'intervention des organismes à enveloppes siliceuses. Il admettait « qu'à certains intervalles les eaux de la mer carbonifère tenaient en solution un dissolvant du calcaire, l'acide carbonique par exemple, attaquaient les matières calcaireuses; l'acide silicique s'infiltrait dans les sédiments calcaireux et les imprégnait à mesure qu'elles se décomposaient ». Renard n'admettait pas d'analogie entre les roches phtanitiques et les dépôts siliceux des mers profondes, mais en 1887 les études de Renard « sur la matière minérale des silex de la craie de Nouvelles » ne lui permettent plus de conserver ses idées de 1878 sur la genèse des phtanites du calcaire carbonifère, qu'il semble identifier, au point de vue de leur origine première, avec les silex des sédiments crétacés, tout en continuant d'admettre, « pour expliquer d'une manière adéquate la formation des nodules siliceux de la craie, que les

sédiments de cette formation ont été accumulés d'une manière bien différente de celle des dépôts pélagiques proprement dits ».

Dans cet intéressant travail, Renard admet en somme :

1° Que ce sont surtout les Spongiaires qui ont fourni la silice des nodules ;

2° Que le concrétionnement s'est opéré après l'accumulation des sédiments ;

3° Que des masses calcaireuses remplies de spicules de Spongiaires sont venues recouvrir des lits d'éponges ;

4° Que l'eau plus ou moins chargée de sels ou d'acides et dissolvant la silice passe au travers de la masse calcaireuse remplie de spicules disséminées et de Diatomées ;

5° Que le dissolvant se sature d'acide silicique jusqu'au moment où il atteint le lit où vivaient les éponges et où se trouvent des amas de spicules qui déterminent le concrétionnement.

« Les eaux infiltrées chargées de silice, — dit Renard, — se trouvant au contact de ces lits de Spongiaires, vont donc déposer sur ces restes organiques la silice dont elles sont saturées et, d'après ce que nous venons de dire, les Spongiaires ou les accumulations de leurs débris, étalés en lit plus ou moins continu, serviront de centre d'attraction et de nuclei pour les concrétions. »

Et un peu plus loin il ajoute :

« La silice, en se concrétionnant, devait non seulement englober des restes d'organismes siliceux, mais aussi des fragments ou des coquilles de Mollusques ou de Rhizopodes à enveloppes calcaires, qui étaient emprisonnées dans les éponges ou les accumulations de spicules. Dans ce cas, l'élément calcaire est entièrement remplacé par l'acide silicique, les cavités de l'organisme sont remplies de calcédoine, et l'on a vu de nombreux exemples du phénomène bien connu de substitution de la silice au calcaire. »

Or cette description de Renard rappelle celle qu'il faisait en 1878 des phtanites du calcaire carbonifère.

Il serait très difficile, en effet, d'imaginer une dualité d'origine pour expliquer les concrétions siliceuses des sédiments calcaires carbonifères et crétacés ; à plus forte raison n'y aurait-il pas lieu de séparer, quant à leur mode de formation, les cherts du calcaire carbonifère de ceux du Devonien.

M. Van den Broeck a fourni jadis des arguments en faveur de l'origine organique de la silice se concentrant autour de certains centres d'attraction au sein des masses crayeuses, et M. Rutot a adopté

une explication semblable pour rendre compte du mode de formation des masses siliceuses du Bruxellien. L'association qui se manifeste au sein de ces roches entre les nodules siliceux et les spicules de Spongiaires permet d'y voir une relation de cause à effet, que nous pouvons étendre jusqu'à l'époque devonienne.

Nous sommes donc amené à croire que l'époque frasnienne a vu, dans nos régions, les débuts modestes d'une faune de Spongiaires qui a disparu en suivant son milieu à l'époque du Frasnien supérieur et du Famennien, pour revenir beaucoup plus développée aux temps carbonifériens avec le retour de conditions semblables, que favorisa comme précédemment le dépôt des éléments calcaireux.

La parole est ensuite donnée à M. le *baron Greindl* pour sa communication intitulée :

Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg.

Dans une note publiée dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris, note reproduite par le *Bulletin* de notre Société (1899), M. Bleicher démontre, par des témoins irrécusables, que le plateau de Haye a subi une dénudation générale d'au moins 200 mètres. De cette constatation par la voie géologique peuvent se déduire d'intéressantes conséquences sur l'évolution du réseau hydrographique.

On peut se demander si nos terrains liasiques du Bas-Luxembourg, extrêmes prolongements Nord de ceux de Lorraine, ont subi une dénudation semblable; il n'y a que 90 kilomètres à vol d'oiseau du plateau de Haye aux échantillons du terrain oolithique que nous possédons à notre extrême frontière, et les cotes de niveau maxima de part et d'autre sont presque identiques (elles oscillent entre 300 et 400 mètres).

A notre connaissance, on n'a pas trouvé, dans nos terrains, de nodules descendus en place des étages supérieurs; la preuve formelle fait donc défaut; nous nous sommes demandé si, à titre d'indication, on ne pourrait retourner le problème et déduire quelque présomption sur la structure antérieure des terrains jurassiques à la bordure Sud de l'Ardenne, des particularités que présente actuellement le réseau hydrographique de la région.

Chacun sait que dans des terrains à stratification faiblement inclinée, la théorie exige la formation d'une série de terrasses constituées des

assises les plus dures, au pied desquelles coulent une série de rivières dites subséquentes. En examinant la carte de notre Bas-Luxembourg, où les assises plongent de 3° à 6° vers le Sud, on voit immédiatement que la Vire au pied du grand talus que surmonte l'oolithe, la Semois au pied de la puissante assise du grès de Virton, sont des rivières subséquentes typiques.

La transgression successive des mers liasiques et jurassiques sur le littoral ardennais fait reposer tour à tour chaque étage sur les terrains primaires redressés et arasés; il en résulte donc que les rivières subséquentes établies au pied Nord des talus que surmontent des roches dures doivent, en cheminant vers l'Ouest, être recueillies successivement, comme l'indique le schéma ci-dessous.

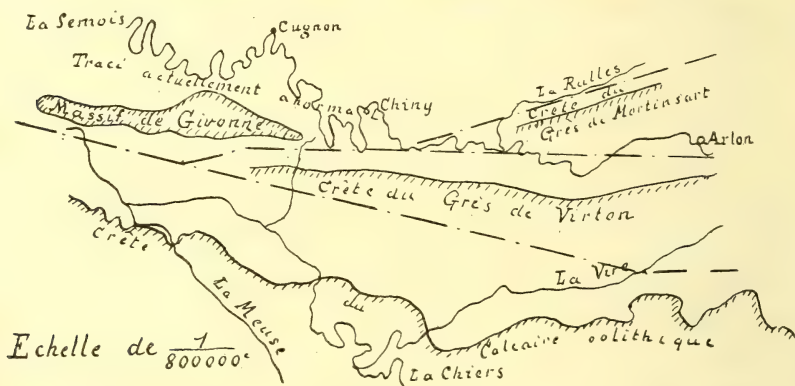


FIG. 1.

Or, s'il en est ainsi pour la Rulles que la Semois absorbe, cette dernière évite d'être bue à son tour par la Chiens en se jetant délibérément au Nord.

Dans l'état actuel de la topographie, ce tracé paraît paradoxal; en effet, l'examen des courbes de niveau montre qu'aucun obstacle ne s'oppose, à l'Ouest de Chassepierre, à la continuation normale du tracé vers Munro; il y a plus, on constate, comme nous l'a récemment signalé M. Jérôme, qu'un phénomène de capture se prépare de la part des affluents de la Chiens sur toute la haute Semois.

Le groupe d'affluents de la Chiens, qui vient s'y jeter entre Margut et Carignan, a ses têtes de ravins réparties au Sud de la ligne Izel-Sainte-Cécile; elles ne sont plus séparées que par une mince crête de calcaire sableux de la vallée de la Semois. Même un des affluents de la Chiens (ruisseau de Lannoy en France, de Tourion en Belgique) a percé com-

plètement le banc de calcaire de Florenville, et sa tête de vallée s'épanouit dans la marne de Jamoigne; elle correspond précisément au sillon que trace le ruisseau de Sainte-Cécile vers la Semois.

On peut légitimement conclure que ce ruisseau prépare la décapitation de la vallée de la Semois au profit de la Chiers. En effet, en suivant le tracé des deux ruisseaux, on parcourt en plan 17 kilomètres seulement, pour une différence de niveau des deux rivières de plus de 110 mètres. Dans son tracé actuel, la Semois ne descend que de 26 mètres sur le même parcours.

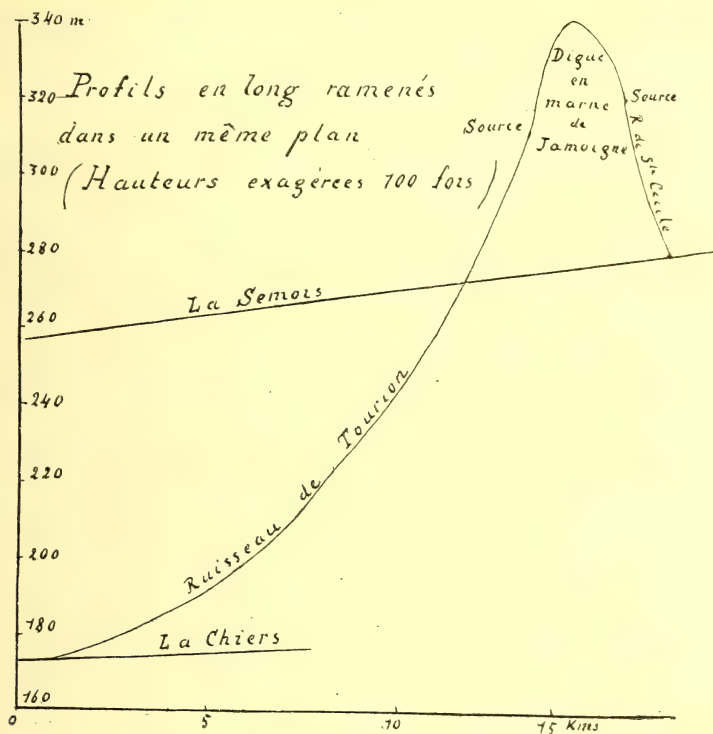


FIG. 2.

Il y aura donc un avantage évident pour notre rivière à se précipiter vers la Chiers par le sillon de Muno, et cet événement aura d'importantes conséquences pour la topographie de tout le Bas-Luxembourg, accusant un nouveau et fort recul de toutes les terrasses comprises entre Semois et Chiers et rétablissant un tracé des rivières conforme aux notions théoriques rappelées ci-dessus.

Le but de nos recherches n'est pas de prophétiser l'avenir sombre, mais de remonter le passé. Néanmoins, ce léger aperçu sur l'évolution

normale de ce petit réseau hydrographique nous aidera à soupçonner la cause de l'anomalie momentanée qui l'a troublé. Nous n'hésitons pas à croire qu'elle réside dans la présence du massif cambrien de Givonne. Voici, en deux mots, comment nous croyons que les choses se sont passées : jadis l'assise du calcaire sableux de Florenville et sans doute aussi celle du grès de Virton venaient prendre appui contre le massif de Givonne; la rivière qui coulait à leur pied passait naturellement au Nord de ce massif; au fur et à mesure que l'érosion faisait reculer la crête de la rive gauche, la rivière suivait naturellement, glissant sur sa propre terrasse, mais la partie qui contournait le massif de Givonne n'a pu suivre ce mouvement, d'où a dû résulter ce véritable décrochement vers le Nord, qui va de Chassepierre à Cugnon.

La même hypothèse de glissement latéral de la rivière se produisant facilement dans les marnes, mais inexécutable aussitôt que le lit a été fixé dans les schistes primaires sous-jacents, nous semble expliquer logiquement les deux grands méandres, mi-partie primaires, mi-partie secondaires, que forme la rivière entre Izel et Chassepierre. Ils fournissent naturellement la mesure du recul certain vers le Sud des assises les plus voisines de la rivière, qui est donc au minimum de 6 kilomètres. Si nous n'osons prendre pour mesure les 10 kilomètres du décrochement Chassepierre-Cugnon, c'est que nous ne considérons pas comme impossible que la Semois, en aval de Sainte-Cécile, ait eu une tendance à se localiser dans le synclinal primaire (*Cb2a*) et, par conséquent, se serait déplacée vers le Nord sur le plateau primaire dénudé.

Nous ne le croyons pas, et il nous semble plus vraisemblable d'admettre ce recul de 10 kilomètres; la moindre saillie vers le Nord des boucles des Forges Roussel et de Chiny s'explique très naturellement parce que la rivière n'a fixé son lit dans les roches primaires que peu à peu vers l'amont. Elle pouvait donc encore reculer sur la marne au Nord de Chiny, alors qu'elle était fixée dans les roches primaires à Cugnon.

Pour conclure, il nous semble que l'étude du tracé de la Semois, principalement de son passage du terrain triasique dans le massif primaire, permet de reporter à 10 kilomètres au Nord, au moins, les transgressions sur le plateau ardennais des mers sinémurienne et virtonnienne, ce qui reporte leur rivage à la cote 500 environ, cote actuelle qui a évidemment baissé, de la crête s'étendant de Hamipré vers l'Est.

L'abrasion de la partie Sud du plateau de l'Ardenne pourrait donc être le fait de ces mers.

Nous n'avons encore pu mettre la main sur un indice de géographie physique qui permit de supposer l'extension du Calcaire oolithique jusqu'à la crête Recogne-Bastogne, ce qui rendrait la dénudation des terrains secondaires au Sud de notre pays tout à fait comparable à celle qui a affecté le plateau de Haye.

M. *Van den Broeck* demande à M. le baron Greindl s'il n'a pu faire usage de la présence, sur les hauts plateaux de la Meuse, des cailloux oolithiques silicifiés et roulés, qu'il lui a signalée comme très générale et paraissant indiquer le phénomène d'ablation d'un grand massif jurassique complètement dénudé actuellement — car nulle part au Sud de nos frontières n'a été retrouvé un tel facies oolithique de roches silicifiées — et qui aurait pu, par exemple, se rattacher au massif dont l'ablation a fait l'objet des recherches de M. Greindl.

En réponse à M. Van den Broeck, et relativement à la note qu'il a publiée sur *Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOLOGIE, 1889, p. 404), M. le baron Greindl fait observer qu'il n'a pas cru pouvoir utiliser les renseignements de cette note, sans s'écarter considérablement de son sujet. Il n'a voulu étudier que la dénudation probable des couches secondaires sur le revers Sud de l'Ardenne par l'évolution du réseau hydrographique; il ne lui est pas possible de tirer argument de la présence de cailloux oolithiques sur les hauts plateaux de la Meuse entre Namur et Liège, pour en déduire une extension sur l'Ardenne des étages bathonien ou corallien; le recouvrement complet de l'Ardenne par une formation marine jurassique n'est accepté par personne; du moment donc où les cailloux oolithiques des hauts plateaux de la Meuse sont transportés, c'est faire une hypothèse gratuite que de placer en haute Ardenne « la zone littorale actuellement ravinée et complètement démantelée » dont ces cailloux semblent provenir.

M. *Van den Broeck* donne lecture du résumé ci-dessous du mémoire de M. F. Dienert, présenté pour le *Bulletin* :

Contribution à l'étude de la température des sources,
par F. DIENERT.

Dans toute étude hydrologique, il y a une recherche qu'on ne néglige jamais : c'est le relevé fréquent de la température des sources. Malheureusement, on n'a pas toujours donné à cette recherche sa véritable

signification. Les variations qu'on observe pour certaines sources ont été interprétées différemment, et certains auteurs en sont même arrivés à considérer l'étude de la température comme quelque chose d'accessoire.

Dans le travail que nous présentons à la Société belge de Géologie et d'Hydrologie, nous cherchons, par l'expérience, à montrer les conclusions hydrologiques qui peuvent découler d'une série d'observations thermométriques. Nous avons choisi, comme lieu d'expérience, une source située à 3 kilomètres en amont de Dreux, émergeant de la craie, et servant à l'alimentation de cette ville. Cette source reçoit de l'eau de la rivière la Blaise, qui se perd en partie à 1 200 mètres en amont. Nous avons fait des relevés de température sur la Blaise et sur les eaux de la source, et nous avons dressé les courbes des résultats obtenus. On s'aperçoit immédiatement que les variations de la température de la source sont intimement liées aux variations de la température de la rivière, mais avec une amplitude moindre. Cette différence d'amplitude des variations thermométriques tient à ce fait que les eaux de la source ne sont pas entièrement formées d'eau de la rivière. Il y a un mélange, à l'émergence, de deux sortes d'eau : l'une provient de la nappe de la craie et y a séjourné un temps suffisamment long pour se mettre en équilibre géothermique avec elle (soit 11°); l'autre provient des pertes de la rivière. Cette hypothèse est vérifiée expérimentalement de la façon suivante. On verse dans les bétouilles qui engouffrent les eaux de la Blaise une quantité Q de chlorure de calcium (sel très soluble dans l'eau et que le sol ne retient pas). On recherche cette substance à sa sortie à la source; on en trouve une quantité q . Celle-ci représente la proportion d'eau mélangée à Q au moment de la perte et qui ressort à la source. De telle sorte que si A est le débit de la Blaise engouffré par seconde, on a $A \frac{q}{Q}$ litres d'eau de cette rivière qui, par seconde, ressort à la source. Pour la source de l'Abîme qui nous intéresse, on a trouvé de cette façon que ses eaux sont formées de moitié d'eau de la Blaise et de moitié d'eau de la nappe de la craie. On a trouvé également que l'amplitude des variations thermométriques était, pour la source, moitié moindre que pour la rivière. Tout se passe comme si, dans son parcours souterrain, qui est rapide (environ huit heures), la Blaise ne perdait pas sensiblement la température qu'elle avait au moment de sa perte. La température de la source de l'Abîme est la moyenne arithmétique de la température des deux eaux qui la constituent : de l'eau de la nappe de la craie et de l'eau perdue de la Blaise. Si le parcours souterrain de cette dernière était plus long, on pourrait s'attendre à un

faible échange de calories avec le sol, mais, d'ores et déjà, il apparaît bien que l'amplitude des variations thermométriques d'une source comparée à celle de la rivière avec laquelle elle est en communication est en rapport avec les proportions des eaux perdues de la rivière qui ressortent à l'émergence.

Contrairement à l'habitude prise, il n'y a pas lieu de tenir compte des maximums de température pour la rivière et pour la source; ce qui peut nous renseigner sur les contaminations de l'émergence par la rivière, ce sont les variations de température et leur amplitude.

Telles sont les conclusions du travail que nous présentons et qui montre qu'on peut résoudre ce problème d'une façon directe en opérant sur le terrain.

M. E. Putzeys entretient enfin l'Assemblée de la question de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et s'exprime comme suit :

Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique, par E. PUTZEYS, ingénieur en chef des travaux publics et du service des eaux de la ville de Bruxelles.

L'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique est une question qui préoccupe au plus haut point et avec infiniment de raison les pouvoirs publics.

La préoccupation est double, parce que, d'une part, les deux Flandres et la province d'Anvers sont fort peuplées, d'autre part, parce que leur constitution géologique ne permet pas, à quelques exceptions près, d'y trouver les volumes d'eau souterraine nécessaires pour assurer leur alimentation dans des conditions convenables.

Rappelons que, lorsqu'on a soin de faire entrer en ligne de compte l'importance de l'agglomération à desservir, on peut admettre les chiffres ci-après comme permettant d'assurer un service parfait.

Ration journalière individuelle.

Villages	45 à 50 litres.
Villes ayant une population allant jusque 5 000 habitants.	50 à 60 —
Villes plus considérables	60 à 100 —

Si l'on applique ces coefficients aux villes et communes de la Basse-Belgique, on constate qu'une adduction d'eau de 100 000 mètres cubes journaliers permettrait l'alimentation de 1 700 000 habitants à

raison de 60 litres environ par tête, moyenne légèrement supérieure à celle que donnerait le calcul basé sur les données qui précèdent.

Une telle dérivation d'eau potable est-elle pratiquement réalisable? Telle est la question que M. le professeur Putzeys, M. Rutot et moi-même nous sommes posée.

Nous avons aujourd'hui, après étude attentive du problème, la satisfaction de pouvoir répondre par l'affirmative.

Voici la rapide esquisse du projet que nous comptons développer prochainement devant vous au point de vue géologique, qui vous intéresse tout spécialement.

Établissement dans la région de Moll notamment, de stations de pompage puisant l'eau, par l'intermédiaire de puits filtrants de grande profondeur, dans la couche aquifère qui s'étale, sous toute la région, sur une hauteur qui n'est pas inférieure comme moyenne à 50 mètres. Ce puisage d'eau serait comparable au puisage fait non dans une rivière ou dans un fleuve, mais dans un immense lac souterrain, tant sont énormes les ressources aquifères. Quant à la qualité, est-il besoin de dire qu'une eau prise dans les sables quartzeux, à grande profondeur, dans une région inhabitée, serait irréprochable à tous points de vue? Nous nous réservons d'en donner la démonstration.

A peu de distance d'un canal et d'une voie ferrée, les usines élévatoires seraient aisément pourvues de charbon, ce qui est important au point de vue économique.

Recueillies dans un aqueduc d'établissement aisé, les eaux seraient dirigées par gravitation jusqu'aux environs de Wetteren, l'aqueduc livrant sur son parcours les eaux nécessaires pour l'alimentation des villes et communes qui auraient, sur ce parcours, la charge de leur relèvement suivant leurs convenances. On note que l'aqueduc traverse les régions les moins peuplées.

A Wetteren, on trouverait la station de pompage foulant l'eau dans un réservoir de grande capacité, 100 000 mètres cubes, pensons-nous, établi à Hautem-Saint-Liévin, à la cote 87, d'où il dominerait tout le bas pays, en permettant de desservir, sous pression, avec les villes de Gand, Lokeren, Saint-Nicolas, Termonde, Alost et Grammont, cette infinité de bourgs, de bourgades et de villages compris entre la ligne ferrée de Tournai à Lessines, l'Escaut et la Dendre.

Du réservoir (cote 87) partirait une colonne alimentant un réservoir plus petit (25 000 mètres cubes) occupant, à Warneghem-Lede, la cote 69, pour desservir la région comprise entre le canal de Courtrai à Autryve, la Lys et l'Escaut.

Plus loin, à la cote 58, à Zonnebeke, un troisième réservoir, de 25 000 mètres cubes également, engloberait dans son service les villes et communes comprises entre la frontière française, l'Yser et la Mandel.

On laisse de côté, Messieurs, les réservoirs intermédiaires, que nous nommerons réservoirs locaux, à établir pour la régularisation du service des villes et groupes de communes, notre intention étant simplement de vous montrer que le problème peut être résolu sans grandes difficultés, grâce à certains reliefs des contrées à desservir.

Un programme aussi vaste ne peut évidemment pas être réalisé d'une pièce; c'est, au contraire, par étapes successives qu'il conviendrait d'en poursuivre la mise à exécution. C'est ainsi que si l'on dérivait en une fois 100 000 mètres cubes d'eau pour l'alimentation de la Basse-Belgique, on n'en trouverait pas l'emploi. C'est petit à petit que l'on fait usage de l'eau et qu'on en acquiert l'habitude.

Aussi bien pensons-nous qu'une première amenée de 25 000 mètres cubes journaliers serait largement suffisante au début; nous croyons même que les villes, voire les plus pauvrement alimentées à l'heure actuelle, ne réclameraient pas, pour être satisfaites, plus de 25 à 30 litres par tête, tant est généralement lente la progression des abonnements dans les villes nouvellement canalisées. Tout autre serait la situation dans les villages où la borne-fontaine est la règle.

Quoi qu'il en soit, ce qui est important, c'est que la prise d'eau que nous proposons peut être considérée comme largement suffisante pour fournir à la Basse-Belgique toute l'eau alimentaire dont elle peut avoir besoin, et qu'il n'est pas, dans le pays, d'endroits qui puissent en fournir de meilleure en aussi grande quantité.

Je terminerai, Messieurs, en attirant votre très sérieuse attention sur les résultats fournis par l'enquête ordonnée par M. le Ministre de l'Agriculture sur les eaux alimentaires de Belgique.

Le rapport présenté par M. l'Inspecteur général J.-B. André, membre du Conseil supérieur d'hygiène publique, vous montrera combien est triste la situation de la population du tiers de notre pays, au point de vue des ressources en eau potable dont elle peut disposer.

Si j'ajoute que cette population paie un large tribut à la fièvre typhoïde, que dans certains villages la ménagère doit souvent chercher à grande distance l'eau nécessaire aux besoins de la maison, que parfois la pénurie est telle qu'il est interdit de faire la lessive avec l'eau des puits publics, j'en aurai dit assez pour largement justifier l'attention que vous avez bien voulu me prêter.

A la suite de la lecture de M. E. Putzeys, M. A. Rutot ajoute les considérations suivantes :

Sur les ressources en eau potable de la Campine anversoise,
par A. RUTOT.

Depuis longtemps, les géologues admettaient la supposition qu'il devait exister, dans le sous-sol de la Campine, de très grandes quantités d'eau.

Malgré l'extrême rareté des renseignements, on savait que ce sous-sol renferme d'épaisses couches de sable dans lesquelles s'infiltré non seulement une bonne partie de l'eau de pluie tombée sur la région, mais aussi pénètre latéralement, du Sud vers le Nord, l'excédent considérable des nappes phréatiques qui s'accumulent dans l'énorme masse des sables éocènes et oligocènes du Brabant et du Limbourg.

Partout, du reste, la nappe aquifère maintient sa surface à très peu de distance sous le sol, et, de plus, de chaque vallonement sortent des sources donnant naissance à un réseau très touffu de ruisseaux.

Depuis quelques années, le levé de la Carte géologique et quelques excursions de géologues ont fait faire de grands progrès à la connaissance de la constitution du sous-sol de la Campine, et, en outre des coupes de terrains visibles dans les exploitations d'argiles et de sable, des sondages profonds, exécutés par M. M. Mourlon, directeur du Service géologique, ont permis d'obtenir enfin des renseignements en profondeur.

Quant aux sondages pour la recherche du terrain houiller, ils ont généralement été pratiqués trop au Sud de la région qui nous intéresse et, de plus, la rapidité avec laquelle ils ont été forés n'a pas permis d'en retirer des matériaux d'étude satisfaisants.

Du reste, la notion de l'existence d'une épaisse nappe phréatique dans la Campine était démontrée par les vastes exploitations de sable blanc de Moll qui se présentent sous forme de lacs artificiels sur lesquels flottent de puissants dragueurs à vapeur qui vont retirer, sous l'eau, le sable jusqu'à 10 mètres de profondeur.

Nos connaissances sur les ressources aquifères de la Campine, surtout en ce qui concerne la Campine anversoise, se sont encore récemment augmentées à la suite de travaux effectués pour les distributions d'eau de la gare frontière d'Esschen et de la ville de Turnhout.

En ces deux points, la nappe aquifère des sables soit moséens, soit pliocènes, alimentant des puits filtrants, permet d'extraire des quantités presque illimitées.

La possibilité d'extraire 100 000 mètres cubes d'eau par jour d'un tel réservoir est, en principe, chose évidente par elle-même quand on réfléchit à la nature meuble des sables dans lesquels cette eau circule, à la hauteur considérable de la couche aquifère que l'on peut intéresser, à l'étendue du cône d'appel que créerait un rabattement de quelques mètres.

Théoriquement, les points où pourraient se faire les pompages sont nombreux; mais, dans la pratique, il faut savoir se limiter et choisir des emplacements favorables.

A première vue, et à condition qu'il ne s'élève pas de difficultés extra-scientifiques, la région comprise entre Oostmalle et Ryckevorsel paraît satisfaisante à divers points de vue; on pourrait toutefois s'éloigner facilement de cette région et trouver d'autres points entièrement favorables, si des difficultés venaient mettre obstacle à l'établissement d'une station de pompage.

Quant à la qualité de l'eau, elle ne peut être qu'excellente; le sol constitue un filtre magnifique et le pays est peu peuplé. Les stations de pompage pourraient être établies au milieu de régions boisées, assurant, de leur côté, une protection efficace. Tout se présente donc en Campine de la manière la plus satisfaisante, tant au point de vue économique qu'hygiénique, pour assurer l'alimentation, en excellente eau potable naturellement élaborée et filtrée, de la vaste région — si mal partagée au point de vue des eaux alimentaires — comprenant les deux Flandres et une partie des provinces d'Anvers et de Brabant.

Il y a là, à n'en pas douter, une solution à la fois simple, pratique et rapide d'un problème d'hygiène publique de grande importance et qui mérite un examen sérieux et approfondi.

M. Van Bogaert demande la parole pour signaler que l'Hôtel des Chemins de fer contient une grande cour permettant d'y installer la collection des *matériaux de construction* formée naguère par la Société à l'occasion de l'Exposition de 1897, à Bruxelles. Cette cour pourrait être utilisée pour loger ces matériaux, le cas où ladite collection ne serait pas convenablement exposée.

M. le Président fait connaître que la collection a été remise à l'État après entente avec la Société et qu'elle est provisoirement conservée dans un local du Palais du Cinquantenaire.

La séance est levée à 10 h. 50.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 15 MARS 1904.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

ÉDOUARD JONCKHEERE. — **L'origine de la côte de Flandre et le bateau de Bruges.** Bruges, De Haene-Bodart, 1903. Volume gr. in-8° de 127 pages avec un atlas de 8 planches en couleurs.

Ce travail relève plutôt de l'Archéologie. L'auteur part de la découverte d'un bateau marin dans les terrains des travaux de Bruges-port-de-mer pour produire une série de conclusions géologiques sur la formation de la côte flamande et sur sa stabilité depuis le VI^e siècle.

Il admet que « la trouvaille de Bruges est un bateau saxon, pêcheur ou migrateur, du VI^e siècle environ, échoué et coulé dans le fond d'une crique marine, formée au III^e siècle à 1 mètre au-dessus de la marée basse d'alors et actuelle. Le bateau prouve aussi que le sol de la plaine maritime n'a pas bougé depuis l'échouage. »

Les arguments invoqués pour établir la stabilité de la côte depuis le VI^e siècle nous paraissent peu convaincants.

Quant à l'origine et à la formation de la côte flamande, l'auteur entre dans une foule de considérations sur la formation du Pas de Calais, sur les dunes du littoral, sur la formation de la tourbe, sur les modifications subies par le littoral depuis le cap Gris-Nez jusqu'au Danemark, sur les modifications naturelles et artificielles des cours d'eau de Belgique et de Hollande, mais les conclusions qu'il en déduit ne semblent pas toujours s'imposer.

D'un autre côté, il néglige complètement les données fournies par l'ensemble de la géologie de la Belgique et de la Hollande, et il ne paraît pas se douter que si les détails locaux étaient étudiés par cette méthode, ils demanderaient une tout autre interprétation que celle

qu'il nous donne. C'est ainsi qu'il oublie complètement que pendant le Quaternaire les glaces venues du Nord s'étendaient jusqu'à la frontière belge, qu'elles s'opposaient à l'écoulement des eaux de Belgique vers le Nord, et que celles-ci réunies à celles qui provenaient de la fonte du glacier, et à celles qui venaient d'Allemagne, étaient obligées, du moins pendant une partie du Quaternaire, de chercher une voie vers le Sud ou vers l'Ouest, voie qui probablement courait parallèlement au littoral vers le Pas de Calais, qu'elles ont ainsi contribué à élargir.

L'auteur prétend que l'Yser, la Lys, l'Escaut, la Meuse et le Rhin coulaient d'abord vers le Nord, puis plus tard vers l'Ouest. Il y a là probablement à la fois une part d'erreur et une part de vérité, l'écoulement s'est fait au Nord, puis au Sud et plus tard vers l'Ouest. Mais il ne se préoccupe pas de donner l'époque géologique plus ou moins précise où les courants ont changé de direction. Il nous répondra avec raison qu'il n'avait pas à faire cette détermination, parce qu'il s'occupe plus spécialement d'Archéologie, mais dans ce cas il aurait peut-être mieux fait de s'abstenir de poser dans son travail des conclusions relevant de la Géologie.

Nous devons dire cependant que le travail se lit avec intérêt, et que les belles cartes qui l'accompagnent sont des plus instructives. Nous tenons surtout à citer le parallèle établi entre la plaine maritime de Belgique et celle de Hollande, constituées de part et d'autre par une plaine unie située sous le niveau de la marée haute moyenne et creusées d'une série de dépressions sous marée basse moyenne, qui vont depuis les Moeres, en France, jusqu'au Zuyderzée, qui est la plus profonde et communique actuellement avec la mer. L'horizontalité de la plaine paraît indiquer que le nivellement en a été produit par l'action des cours d'eau de Belgique et de Hollande, et que ceux-ci, tendant à se mettre en équilibre avec les eaux de la mer, ont creusé en dessous du niveau du sol, ou ont relevé celui-ci par leurs dépôts, selon que l'ensemble du pays se relevait ou descendait.

V. D. W.

AUG. LAMEERE. — **Faune entomologique de l'Afrique équatoriale.** « **Longicornes-Prioninæ** ». (*Annales du Musée du Congo*, Bruxelles, 1903.)

Quoique ce travail ne se rapporte pas directement aux études géologiques, nous ne pouvons résister au désir de reproduire les conclusions

de l'auteur, parce qu'elles ont trait à l'histoire géologique du continent africain actuel et contribueront à résoudre la question de son origine. Cette étude est du reste si compliquée, qu'il n'est pas de trop du concours de toutes les sciences pour arriver à des conclusions présentant un certain degré de probabilité.

« La seule étude des *Prioninæ* nous permet de refaire en partie l'histoire du Globe; elle nous révèle pour l'Afrique cinq périodes :

» Première période. — L'Afrique est représentée par deux caps occidentaux du continent équatorial; l'un des caps est l'Afrique australe, l'autre l'Afrique tropicale orientale. *Parandra Thunbergi* et *Notophysis caffra* arrivent de la Malaisie dans l'Afrique australe. *Parandra Kolbei* et *Parandra gabonica* arrivent dans l'Afrique tropicale.

» Deuxième période. — L'Afrique australe cesse d'être en communication avec la Malaisie, mais elle se rattache au continent équatorial par l'intermédiaire du Nord de Madagascar, qui fait partie de ce continent; l'Afrique tropicale s'étend vers l'Ouest et entoure le lac congolais. Des types de *Prioninæ* du continent équatorial pénètrent les uns dans l'Afrique australe et à Madagascar (*Megopsis*), d'autres dans l'Afrique australe, à Madagascar, et dans l'Afrique tropicale (*Macrotoma* de la première branche), d'autres à Madagascar et dans l'Afrique tropicale (*Hoptodires*); d'autres enfin dans l'Afrique tropicale seule (*Jamvonus*); les *Prioninæ* de l'Afrique orientale s'avancent dans l'Afrique occidentale et s'y épanouissent en espèces nouvelles.

» Troisième période. — L'Afrique australe et l'Afrique tropicale sont réunies et ont perdu toute communication avec le continent équatorial, dont il ne reste plus à proximité que Madagascar, transformée en île. Les *Notophysis* passent de l'Afrique australe dans l'Afrique tropicale; un *Macrotoma* et un *Acanthophorus* passent de l'Afrique tropicale dans l'Afrique australe.

» Quatrième période. — L'Afrique se complète par l'addition de la région méditerranéenne, dont les *Prioninæ* sont d'origine asiatique. *Prionus pectinicornis* passe de l'Algérie au Sénégal; *Macrotoma palmata* descend le Nil jusqu'en Égypte.

» Cinquième période. — Le Congo achève de se dessécher, il est envahi au Nord par des *Prioninæ* de l'Afrique occidentale, à l'Est par les *Prioninæ* de l'Afrique orientale, au Sud par des *Prioninæ* de l'Afrique orientale et de l'Afrique australe.

» Il n'est pas possible de déterminer, par l'étude des *Prioninæ*, la chronologie exacte des trois dernières périodes, lesquelles constituent probablement des phénomènes partiellement contemporains; la Géo-

logie ou des recherches sur d'autres groupes d'animaux pourraient nous renseigner à cet égard, mais je n'aborderai pas actuellement ce domaine, ayant voulu seulement exposer objectivement les résultats positifs auxquels nous mène la seule étude méthodique et raisonnée d'un département très exigü, mais bien choisi, de l'Entomologie. »

V. D. W.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal.

Dans la note consacrée à ce sujet, M. Stanislas Meunier signale les données précieuses que procure le forage de Saint-Louis sur la puissance des formations tertiaires sur la côte du Sénégal.

Il résulte des échantillons qu'il a reçus que ce forage, actuellement en voie d'exécution, a atteint la profondeur de 427^m61 et a traversé sur 40 mètres (de 200 à 240) un calcaire blanc rempli de grosses Nummulites, peut-être un peu plus ventrues que *Nummulites lævigata* Lamk. du Calcaire grossier parisien, mais dont les filets cloisonnaires sont aussi serrés que dans cette espèce et affectent la même disposition générale.

Cette formation, analogue aux dépôts égyptiens bien connus, est surmontée dans le forage par 200 mètres de couches remarquables par leur variété.

(Extr. des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXXVIII, n° 4,
25 janvier 1904, pp. 227-228.)

Pseudo-insecte du Silurien.

M. A. Gaudry rappelle que lorsque Charles Brongniart annonça la découverte d'une empreinte de fragment d'insecte dans le grès silurien du Calvados, il y eut une véritable émotion chez les paléontologistes, parce que l'on ne connaissait pas d'insecte remontant à cette époque ancienne.

L'empreinte trouvée fut étudiée; il fut admis qu'elle reproduisait une aile, et l'insecte dont elle provenait reçut le nom de *Palæoblattina*.

Cependant les géologues doutaient de l'exactitude de la conclusion. M. Agnus, qui a étudié particulièrement les empreintes d'insectes fossiles du Carbonifère, a reconnu que l'on ne se trouvait pas en présence d'une aile d'insecte. Il se procura, par l'intermédiaire de M. Barrois, des fragments de grès silurien portant des empreintes de trilobites. Il a pu ainsi établir que l'empreinte attribuée à l'aile d'un insecte devait être rapportée à un prolongement en pointe de la tête du trilobite.

(Extrait de *La Nature*, 32^e année, n° 1603, 13 février 1904 pp. 174-175.)

FRANCIS LAUR. — Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles.

Tous les Parisiens connaissent le puits artésien de la Butte-aux-Cailles.

On s'était habitué à considérer un peu ironiquement ce monument en planches, surélevé comme une flèche de clocher. Cela fumait tous les cinq ou six ans, puis, plus rien. L'enclos tombait en ruines, les murs de la petite maison de garde verdissaient, l'herbe poussait dans les interstices des pavés de la cour, et les habitants de Montsouris s'habituèrent à voir les générations passer et le puits artésien rester muet, noircissant un peu plus tous les hivers. (Le sondage a été, en effet, commencé il y a un peu plus de quarante ans.)

Enfin, vers 1892, les crédits du Conseil municipal de Paris se firent un peu moins rares et un peu de mouvement fut constaté dans l'enceinte de la Butte-aux-Cailles. On remuait des chaînes, comme dans la *Dame blanche*, et, de temps en temps, on charriait dans la cour un gros tuyau.

Un excellent chef de chantier, M. Leroy, venait d'être attaché aux travaux commencés et continués par la maison Arrault, qui a succédé, chose remarquable, à la maison Mulot de 1830.

On était, en 1892, aux environs de 530 mètres, dans les argiles de l'étage géologique du Gault. On a mis onze ans pour arriver à 582^m40, niveau auquel a jailli la grande nappe.

C'est le 19 novembre 1903, à 4 heures du soir, que Leroy a senti, avec un instinct merveilleux, que la cuiller à trépan tournait plus librement dans le trou de sonde. Il descend dans le sous-sol et voit l'eau qui commence à venir en abondance, faisant le parapluie autour du tubage de 90 centimètres de diamètre. L'eau fumait, elle était chaude. On venait d'entamer la nappe artésienne sans bruit et sans secousse.

C'est un spectacle bien extraordinaire que de voir le paraboloïde de révolution formé par cette nappe d'eau qui a 8 centimètres d'épaisseur au-dessus du tube et qui retombe comme une trombe calme avec une régularité parfaite. N'était le bruit doux de la chute de l'eau, on croirait de loin voir un énorme champignon de cristal solidifié. De légères vapeurs s'élèvent de la source. L'eau est à 28°. Sa composition chimique et ses caractéristiques sont les suivantes :

Analyse de l'eau de la nappe de la Butte-aux-Cailles.

Degré hydrotimétrique	14°
Après ébullition	2,8
Chaux	33 gr. par litre.
Matières organiques.	0,3
Chlore.	0mg07
— nitreux	0mg00
Azote nitrique	0mg00
— ammoniacal	0mg2
Oxygène dissous	3mg3
Résidu sec à 180°.	166mg
Acide sulfurique	12mg

(Laboratoire de Montsouris de la Ville.)

L'eau a le goût sulfureux. Elle est ferrugineuse, dit-on. On se propose d'en faire une piscine monstre.

On peut en outre utiliser la chaleur pour le chauffage. C'est une quantité colossale

de calorique qui vient du sein de la terre. A Budapest, l'eau a 70° B. dans un trou de sonde de 950 mètres; un faubourg tout entier s'en chauffe.

A Erfurth, on fait des cressonnières artificielles qui rapportent 300,000 francs par an.

Avec les eaux de la Butte-aux-Cailles, il y aurait de quoi faire brouter du cresson à tous les Parisiens.

Dans le Wurtemberg, on chauffe des ateliers, des écoles.

Chose curieuse, la source nouvelle de Paris a le même débit que celles de l'Oued-Rir, forcées par l'ingénieur si connu et si sympathique, Georges Rolland, dans le Sahara algérien, et elle se présente absolument de même, avec la même température.

Dans l'Oued-Rir, les sources forment spontanément un centre de salubrité et d'hygiène pour la population.

Il faut louer le Conseil municipal de Paris et M. Rouselle, le conseiller municipal chargé spécialement de ce service, d'avoir mené à bien cette œuvre de persévérance et de science, car la science a eu là sa grande part.

M. de Lapparent, le géologue éminent bien connu, venu un jour avant la découverte de la nappe, avait dit, en voyant les terrains : « Vous rencontrerez la nappe demain. » Sa prédiction s'est accomplie mathématiquement.

On arrivera toujours ainsi aux grandes choses quand les corps élus intelligents, comme le Conseil municipal de la ville de Paris, sauront allier la continuité des vues et des efforts à la science qui triomphe de tout.

(Extrait de l'*Écho des Mines et de la Métallurgie*,
31^e année, 3 mars 1904, pp. 270-271.)

Nouvelles découvertes houillères. — Le sondage de Châtillon-Commentry et l'état général actuel des sondages dans le Pas-de-Calais.

Le sondage situé à l'extrémité de la commune de Vimy, au Sud de Drocourt et à l'Est de l'extension de la concession des mines de Liévin, serait, d'après nos renseignements, à une profondeur de 750 mètres et dans des conditions telles que l'on peut assurer son succès, étant donnée la similitude du terrain rencontré dans divers forages voisins.

Dans ces conditions, ce sondage rencontrera le terrain houiller avant 800 mètres dans les mêmes conditions que le sondage de la Compagnie du Souchez, qui fut formée sur l'initiative de M. Chauvet, dont la belle découverte se trouve ainsi confirmée.

Nous profitons de cette occasion, répondant au désir de plusieurs ingénieurs et lecteurs pour leur faire connaître les principaux résultats obtenus par les sondages qui ont eu lieu depuis cinq ans au Sud du bassin du Pas-de-Calais.

Le sondage d'Ourton, entrepris par la Compagnie des Mines de la Clarence, a été abandonné trop tôt peut-être, à 1000 mètres dans les schistes siluriens.

Le sondage de Beugin, commencé par la mine de Bruay, repris et continué par Pompey, a atteint le Houiller vers 1050 mètres; il a rencontré depuis lors de grandes quantités de charbon, contenant de 42 à 45 % de matières volatiles, ce qui montre, entre autres résultats, que les charbons genre Flénu, si estimés de Bruay, existent jusqu'à la limite Sud de la concession. Ce sont des perspectives superbes pour Bruay.

Le sondage d'Olhain a rencontré le Houiller à 1200 mètres; la persévérance de MM. Dreux et Raty a donc été récompensée.

Rappelons en passant que le sondage de l'ingénieur Breton, antérieur à tous ceux-ci, et situé près de la limite Sud des mines de Nœux, avait rencontré le Houiller à 600 mètres environ.

Un sondage situé au lieu dit le « Moulin de Bouvigny », appartenant à la Société du Nord et de l'Est, serait, nous assure-t-on, dans le Silurien et aurait l'espoir de rencontrer le Houiller entre 800 et 850 mètres.

Le sondage d'Aix, exécuté par la Compagnie de Béthune, a rencontré le Houiller à 700 mètres, puis s'est prolongé jusqu'à 1 300 mètres, après avoir rencontré de nombreuses couches à 35 % de matières volatiles entre 700 et 1 000 mètres.

Le sondage du Souchez, appartenant à la Société du même nom, a rencontré le terrain houiller et la houille à 960 mètres.

Celui du Petit-Vimy, à la même Société, a rencontré, d'après les documents officiels, le Houiller à 780 mètres parmi de nombreuses couches jusqu'à 1 000 mètres (charbons 25 % de matières volatiles).

Le sondage de la Compagnie Châtillon-Commentry, à l'extrémité de la commune de Vimy, est celui dont nous avons parlé au début de cet article. Un autre, appartenant à la même Compagnie, situé au Bois-Bernard, au Sud de la commune de Drocourt, a rencontré le Houiller au delà de 1 100 mètres, puis quelques couches renfermant 25 % de matières volatiles, si notre mémoire est fidèle.

Le sondage situé à Fresnoy, appartenant à la Société de Pompey (Fould et C^{ie}), serait vers 1 000 mètres environ encore dans le grès rouge. Il atteindra le Houiller dans 200 mètres environ.

Plusieurs autres ont été arrêtés, l'un à 1 200 mètres, à Marest, sans avoir rencontré le Houiller.

On le voit, il a été dépensé beaucoup d'argent et cinq années de recherches pour un résultat qui est loin d'être négatif.

Nos félicitations à tous ceux qui ont contribué à découvrir une richesse houillère encore plus grande pour notre pays.

DUNORD.

(Extr. de l'*Écho des Mines et de la Métallurgie*, 31^e année,
28 mars 1904, pp. 372-373.)

ST. MEUNIER. — Contribution à la connaissance des formations lutéciennes au Sénégal.

Il résulte de l'examen de matériaux rapportés du Sénégal et obtenus grâce à la construction du chemin de fer du Soudan, de Dakar à Kayes et de Kayes à Bamako, qu'on y rencontre des roches qui présentent une ressemblance d'aspect frappante avec la pierre à bâtir des environs de Paris.

On rencontre des *Ostrea* analogues à celles du calcaire grossier de Paris, d'autres présentent l'aspect de celles que l'on a recueillies en Égypte.

Un Oursin fossile présente les mêmes analogies.

« En résumé, les faits qui découlent de l'examen des matériaux rapportés par M. le capitaine Fréry confirment l'opinion d'une large extension de la mer éocène en Afrique; ils tendent, en outre, par l'analogie de plusieurs fossiles de Balol avec ceux que renferment les assises égyptiennes, à démontrer une communication marine directe, à l'époque du calcaire grossier, entre le Sénégal et l'Égypte. »

V. D. W.

SÉANCE MENSUELLE DU 19 AVRIL 1904.

Présidence de M. Ad. Kemna, vice-président.

La séance est ouverte à 8 heures 40.

Correspondance :

MM. *Stainier*, président, et *Rabozée* font excuser leur absence.

M. le *Ministre de l'Intérieur* annonce la liquidation prochaine, en faveur de la Société, d'un subside de 1 000 francs du chef de la fourniture du tome XIII (1899) du *Bulletin*. (*Remerciements.*)

M. *G. Ramond* demande si la Société consentirait à publier, en couleurs, une réduction du *Grand profil géologique de l'Aqueduc d'adduction à Paris des eaux de la vallée du Loing et de celle du Lunain*.

Renvoi au Bureau, qui appréciera surtout la question du coût du travail, quand parviendront certains renseignements demandés à cet effet.

La famille *Victor Besmes* remercie pour les condoléances qui lui ont été adressées à l'occasion de la mort de notre regretté collègue.

La *Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut* envoie le *Programme de ses concours pour 1904*.

Le comité du *Congrès des Naturalistes et Médecins, à Breslau*, a fait parvenir le programme de ses assises, qui se tiendront à Breslau du 18 au 24 septembre 1904. Les documents sont fournis en annexe pour ce qui concerne la Minéralogie, la Géologie et la Paléontologie.

M. *Simoens* dépose un pli cacheté sur le Bureau.

M. le Dr *Van de Wiele*, continuant la série de ses intéressants comptes rendus, a adressé au Bureau quelques nouvelles analyses bibliographiques dont M. le Secrétaire communique les titres et qui seront publiées en annexes au Procès-Verbal de séances diverses. (*Remerciements.*)

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 4338. **Cayeux, L.** *Les lignes directrices des plissements de l'île de Crète.* Vienne, 1904. Extrait in-8° de 10 pages.
- 4339. **Cayeux, L.** *Sur la présence des cristaux macroscopiques d'albite dans les dolomies du Trias de la Crète.* Paris, 1903. Extrait in-4° de 2 pages.
- 4340. **Issel, A.** *Applicazioni di un nuovo metodo per le misure di gravità.* Gênes, 1903. Extrait in-8° de 10 pages.
- 4341. **Issel, A.** *Note spiccate II. Valle di Calizzano con appendice di G. Rovereto.* Gênes, 1904. Extrait in-8° de 30 pages.
- 4342. **Issel, A.** *Sulla scoperta di una antica stazione Ligure in Provenza. (Cenni critici.)* Gênes, 1904. Extrait in-8° de 9 pages.
- 4343. **Jonckheere, Ed.** *L'origine de la côte de Flandre et le bateau de Bruges.* Bruges, 1903. Volume grand in-8° de 127 pages et 1 atlas de 8 planches.
- 4344. **Karpinsky, A.** *Ueber die Eocambrische Cephalopodengattung Volborthella Schmidt.* Saint-Pétersbourg, 1903. Extrait in-8° de 11 pages.
- 4345. **Karpinsky, A.** *Ueber ein merkwürdiges Groruditgestein aus dem Transbaikal-gebiete.* Saint-Pétersbourg, 1904. Extrait in-8° de 49 pages et 1 planche.
- 4346. **Poskin, A.** *A propos de l'assainissement et du boisement des Fagnes, au Sud de Spa. Note hydrologique.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 22 pages. (2 exemplaires.)
- 4347. **Spring, W.** *Sur la diminution de densité qu'éprouvent certains corps à la suite d'une forte compression et sur la raison probable de ce phénomène.* Leide, 1904. Extrait in-8° de 15 pages.
- 4348. **White, James.** *Altitudes in the Dominion of Canada, with a relief map of North America.* Ottawa, 1901. Extrait in-8° de 266 pages, 1 carte et 4 planches.

4349. **Katzer, Fr.** *Ueber den heutigen Stand der geologischen Kenntniss Bosniens und der Hercegovina.* Budapest, 1904. Extrait in-4° de 3 pages.
- Phleps, O.** *Geologische Notizen über die im Becken Siebenbürgens beobachteten Vorkommen von Naturgasen mit besonderer Berücksichtigung der Möglichkeit des damit verbundenen Petroleumvorkommens.* Budapest, 1904. Extrait in-4° de 2 pages.
4350. **Le Couppey de la Forest, Max.** *Note sur les expériences à la fluorescéine et les recherches hydrologiques effectuées pour la ville d'Auxerre.* Auxerre, 1903. Extrait in-8° de 16 pages et 1 planche.
4351. **Le Couppey de la Forest, Max.** *Note sur les recherches hydrologiques entreprises pour la ville de Paris dans les vallées de l'Yonne et de la Cure.* Auxerre, 1903. Extrait in-8° de 18 pages et 1 planche.
4352. **Cornet, J.** *Premières notions de Géologie.* Mons, 1903. Volume in-8° de 261 pages et 29 figures.

2° Extraits des publications de la Société :

4353. ... *L'étude des eaux courantes souterraines (eaux alimentaires en régions calcaires) par l'emploi des matières colorantes (fluorescéine). Discussion sur la vitesse de propagation des eaux souterraines et de la fluorescéine dans les canaux et fissures des terrains calcaires, avec un exposé synthétique résumant les points acquis au cours de cette étude.* Fascicule spécial édité par M. E. Van den Broeck, Secrétaire général de la Société. Bruxelles, 1904, 348 pages.
4354. **Bergeron, J.** *Le volcanisme et ses théories.* Procès-Verbaux de 1903. 3 pages. (2 exemplaires.)
4355. **Du Fief, J.** *Action de l'acide carbonique, du limon, du calcaire et de la lumière sur la fluorescéine.* Procès-Verbaux de 1903. 5 pages. (2 exemplaires.)
4356. **Fournier, E., et Magnin.** *Essai sur la circulation des eaux souterraines dans les massifs calcaires du Jura.* Mémoires de 1903. 15 pages. (2 exemplaires.)
4357. **Fournier, E.** *Quelques mots, en réponse à M. Putzeys, sur la source d'Arcier, près de Besançon.* Procès-verbaux de 1903. 4 pages. (2 exemplaires.)
- Putzeys, E.** *Les sources vauchusiennes. Réponse à la note de M. Fournier.* Procès-Verbaux de 1903. 2 pages. (2 exemplaires.)
4358. **Gautier, A.** *Théorie des volcans.* Procès-Verbaux de 1903. 8 pages. (2 exemplaires.)

4359. Harzé, E. *Une grotte dans le Calcaire carbonifère, à plus de 200 mètres de profondeur*. Mémoires de 1903. 4 pages et 2 planches.
4360. Harzé, E. *Considérations géométriques sur le Houiller du Nord de la Belgique*. Procès-Verbaux de 1903. 8 pages.
4361. de Lapparent, A. *Communications au sujet des vues de M. Stübel*. Procès-Verbaux de 1903. 4 pages.
4362. Le Couppey de la Forest, M. *Quelques considérations complémentaires sur la propagation souterraine de la fluorescéine et sur l'emploi pratique de ce colorant*. Mémoires de 1903. 8 pages. (3 exemplaires.)
4363. Mailleux, E. *Quelques mots sur les trilobites du Couvinien des environs de Couvin. Fouilles au « Trou de l'Abîme » à Couvin (juillet 1902)*. Procès-Verbaux de 1903. 7 pages. (2 exemplaires.)
4364. Martel, E.-A. *Expériences complémentaires sur la fluorescéine*. Procès-Verbaux de 1903. 6 pages.
4365. Mathieu, E. *La roche kératophyrique de Grand-Coo*. Procès-Verbaux et Mémoires de 1903. 15 pages. (3 exemplaires.)
4366. Murlon, M. *Compte rendu sommaire de la IX^e Session du Congrès géologique international qui s'est tenu à Vienne, en août 1903*. Procès-verbaux de 1903, 8 pages. (2 exemplaires.)
4367. Stainier, X. *Curiosités archéo-géologiques*. Procès-Verbaux de 1903. 14 pages.
4368. Stainier, X. *Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1903. Rapport annuel du Président*. Procès-Verbaux de 1903. 9 pages.
4369. Stainier, X. *Découverte de troncs d'arbres-debout, au charbonnage d'Oignies-Aiseau*. Mémoires de 1903. 7 pages et 1 planche.
4370. Van den Broeck, E., et Rahir, E. *Expériences sur la densité de la fluorescéine dissoute dans l'eau et sur la vitesse de propagation de cette matière colorante*. Procès-Verbaux de 1903. 5 pages. (2 exemplaires.)
4371. von Zittel, K.-A. *Grundzüge der Paläontologie. (Paläozoologie.) 1^e Abtheilung: Invertebrata*. (Bulletin bibliographique, par Ad. Kemna. Procès-Verbaux de 1903, 9 pages.)

3^o Périodiques nouveaux :

4372. SAN SALVADOR. *Museo nacional. Anales*, 1903, n^{os} 1, 2, 3, 4, 6, 7.
4373. PARIS. *Association française pour l'avancement des sciences. Comptes rendus des sessions* : V, 1876 à XXIII, 1894 et XXVI, 1897 à XXXI, 1902.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

MM. HAUZEUR, PIERRE, industriel, à Ensival.

SILVERYZER (l'abbé), professeur au Séminaire de Hasselt.

M. le *Secrétaire général* donne lecture de la correspondance échangée au sujet de l'excursion à l'île de Wight, et notamment de la dernière lettre de M. J. *Starkie Gardner*, qui fait connaître que, appelé d'urgence à Constantinople, d'où il ne reviendra que fin juin, il ne pourra se trouver en Angleterre à l'époque choisie pour l'excursion. D'un autre côté, M. W. *Whitaker*, qui aurait beaucoup aimé à être des nôtres, sera en Belgique à cette même date.

Le Bureau, ayant reçu de M. Barrois une demande tendant à ce qu'une dizaine de ses élèves puissent, le cas échéant, prendre part à la course, lui a écrit pour prier M. Barrois de bien vouloir examiner s'il ne pourrait se charger de la direction de la course en commun.

Dans ces conditions, le projet d'excursion à l'île de Wight est complètement subordonné à la réponse à cette demande. La Société se voit dans l'impossibilité d'assurer elle-même l'organisation de la course projetée.

L'assemblée décide en conséquence de reprendre la question de l'organisation d'une session annuelle extraordinaire dans le Grand-Duché et charge M. le Secrétaire *Lejeune de Schiervel* de ce soin, le Secrétaire général regrettant que des circonstances d'ordre personnel ne lui permettent pas de recommencer l'étude d'une nouvelle élaboration de la Session extraordinaire de 1904.

Communications des membres :

La parole est donnée à M. M. *De Brouwer* pour son étude sur :

Certains effets de la gelée au point de vue géologique et agricole.

(L'auteur n'ayant pas fait parvenir son texte en temps, l'impression en est remise à plus tard.)

M. *Van den Broeck*, au sujet de ce travail, rappelle que dans le tome II du *Bulletin* (1888), il a été publié un résumé de l'*Étude* de M. *O. Lang* sur l'action de la gelée sur les couches anisomères, montrant le rôle curieux du gel et du dégel alternatifs dans certaines formations de matériaux hétérogènes. (Séance du 23 décembre 1888.)

Il croit qu'il serait utile d'ajouter la mention de ce travail à l'histoire de la question.

M. *De Brouwer* s'excuse de ne pas avoir eu le temps de s'occuper de sa seconde communication à l'ordre du jour, laquelle est, par conséquent, reportée à la séance suivante.

M. *A. Rutot* donne lecture d'une analyse du récent TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE GÉOLOGIE de M. *J. Cornet*. Cet exposé paraîtra dans le *Bulletin bibliographique* annexé au procès-verbal de la séance.

M. le Président remercie vivement M. *Rutot* de sa communication ; il a, dit-il, fait ressortir très exactement la caractéristique du livre, qui est le résultat d'un travail expérimental de longues années et qui témoigne de la facilité du professeur à se faire comprendre.

Cet ouvrage peut être considéré comme le modèle d'une étude géologique régionale, et il permet tout spécialement à quiconque de faire des excursions fructueuses et intéressantes dans diverses régions belges, notamment dans la vallée de la Haine.

M. le Président rappelle, à cette occasion, la proposition, déjà faite à plusieurs reprises, de voir publier de petits manuels, des guides, des cartes des diverses régions intéressantes du pays, de manière à attirer l'attention du touriste et à l'intéresser tant aux choses de la Géologie qu'à la compréhension des origines et des causes de l'orographie régionale.

Il signale enfin quelques points importants de cette œuvre éminemment utile, destinée à assurer le recrutement des jeunes géologues.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. *J. Cornet* sur la SIGNIFICATION MORPHOLOGIQUE DES COLLINES FLAMANDES.

M. le Secrétaire général fait connaître que l'auteur lui a envoyé son manuscrit ainsi qu'un petit calque de la carte envisageant une partie des régions que le travail embrasse. Ce dernier, pour être utilement exposé, doit être accompagné de l'exhibition, en séance, d'une carte montrant l'ensemble des régions étudiées, et, dans ces conditions, M. le Secrétaire général propose la remise de cette lecture à la séance

suivante, dans laquelle le travail sera communiqué avec les documents nécessaires à l'appui. (*Adopté.*)

La parole est donnée ensuite successivement à MM. *Deladrier* et *Prinz* pour leurs communications respectives sur un *ESSAI DE CARTE TECTONIQUE DE LA BELGIQUE* et sur les observations que fait naître la présentation de cette étude.

M. *Deladrier* présente un croquis tectonique de la Belgique, accompagné d'une note dans laquelle il discute cette carte et montre l'existence d'un réseau de failles sur certains points du pays, réseau analogue à celui qu'on réalise expérimentalement par pression et par torsion.

A la suite de cette communication, M. *Prinz* lit une note relative au même sujet. Pour lui, le réseau de fractures que l'on constate sur une grande partie de l'Europe se continue sur le globe entier. Il est sous la dépendance du gauchissement que l'écorce terrestre a subi et qui a déterminé la formation et l'allure des grands reliefs, tant plissements que brisures. M. *Prinz* démontre sa manière de voir par la présentation de cartes et d'échantillons, ainsi que par plusieurs expériences.

Après audition de ces exposés, leur impression, avec les planches qui les accompagnent, est ordonnée aux *Mémoires*.

M. le *Président* remercie vivement les auteurs de leurs si intéressantes études et, vu l'heure avancée, propose de remettre la discussion de cette belle question à la prochaine séance.

Sur la proposition de M. *Lejeune de Schiervel*, l'assemblée décide l'impression de ces travaux en *document préalable* à la discussion, lequel sera envoyé, en temps utile, aux membres ayant assisté à la séance, et à d'autres que la question pourrait spécialement intéresser.

La séance est levée à 11 heures.

LE STRATAMÈTRE

Le STRATAMÈTRE du Dr Meine a pour but — comme les appareils connus jusqu'à présent de Vivian, Lubisch, Kœbrich, Dr Wolff et Gothan-Otto — d'indiquer la direction et le pendage des couches de terrains d'après les carottes de sondages, et il répond à ce but d'une manière plus simple que tous les appareils nommés ci-dessus.

En général, la seule constatation qu'on puisse faire par un sondage avec carottes, c'est qu'on a réussi à atteindre une certaine couche à une profondeur déterminée; on ne peut reconnaître la direction des couches pendant la marche du sondage. Pour pouvoir élucider cette question importante, un seul sondage ne suffit pas, il en faut faire deux ou trois, dont les résultats coordonnés peuvent permettre de constater la direction et le pendage des couches. Mais alors les travaux de recherches demandent naturellement beaucoup plus de temps et des frais doubles et triples.

En appliquant le STRATAMÈTRE pendant le sondage, il est possible de constater la direction et le pendage des couches avec un seul trou de sonde, et, par ce moyen, on peut épargner dans les recherches minières beaucoup de temps et des sommes importantes.

Voilà quelques exemples qui prouvent l'utilité du STRATAMÈTRE pour tous les sondages au diamant.

Dans les gisements houillers de la Westphalie, nouvellement découverts, il y a de grandes couches de craie au-dessus du terrain houiller, et il n'est pas possible de constater avec sûreté si l'on se trouve à l'Ouest, au Nord ou au Sud d'une selle ou d'une cuvette.

Dans les provinces rhénanes et dans la Haute-Silésie, on trouve une

situation analogue, mais encore plus compliquée par la quantité de grands rejets et d'autres irrégularités. Dans la Belgique et dans la Hollande, il n'a pas encore été possible, à cause des grandes couches de recouvrement, d'obtenir une représentation assez claire des couches de charbon. Dans le Nord de la France, l'allure des couches est souvent dérangée par des failles, et c'est pourquoi il faut y faire aussi de nombreux sondages pour pouvoir obtenir un résultat sérieux.

Le STRATAMÈTRE peut encore être utilisé dans les sondages pour recherches de sel dans les couches de sels potassiques très plissées et coupées de nombreuses failles des environs de Hanovre. Mais le STRATAMÈTRE est d'une importance toute particulière pour les sondages faits dans la « Lünebourg Haide » et dans le Nord-Ouest et l'Ouest de l'Allemagne, car dans ces terrains on n'a que peu d'informations sur la direction des couches recoupées.

Il en est de même encore dans la plupart des terrains miniers et des sondages, et, dans tous ces cas, le STRATAMÈTRE peut apporter un profit incalculable par son emploi et amener les économies d'argent et de temps les plus considérables.

Ayant reconnu la grande importance de ces constatations, on a, depuis longtemps déjà, travaillé à la création d'appareils propres à ce but. Le moyen primitif que l'on employait pour tirer l'outil de sondage et pour le placer ensuite dans la même position qu'il occupait dans le trou était des plus incertains, car les tiges subissent une torsion considérable. Lubisch munissait les carottes d'une marque placée sur le côté; la position de cette marque était également incertaine, à cause de la torsion des tiges. Virian se mit à forer d'abord un petit trou dans la carotte, ensuite il plaçait dans ce trou une boussole dont il assujettissait l'aiguille en position au moyen d'un mouvement d'horlogerie; puis il tirait la carotte en même temps que la boussole. Koebrich aplanissait le fond du trou, puis il descendait dans ce trou, en même temps que le trépan, une boussole que l'on arrêtait ensuite au moyen d'un mouvement d'horlogerie; on faisait enfin avec le trépan une marque sur le fond du trou, après avoir arrêté la boussole. Le Dr Moritz Wolff, à Berlin, appliquait au fond du trou, comme son prédécesseur, un mouvement d'horlogerie et une aiguille aimantée, reliée avec une masse plastique, et il prenait ainsi une copie du sol au fond du trou. L'appareil Gothan-Otto est aussi composé d'un mouvement d'horlogerie et d'une aiguille aimantée; on fait descendre le tout avec le tube à carotte et l'on fait arrêter l'aiguille à un moment calculé d'avance; alors on tire l'aiguille avec la carotte.

Tous ces appareils ont un inconvénient : par suite de l'emploi des mouvements d'horlogerie, ils sont compliqués et coûteux ; ils demandent de longues préparations et ils dérangent le travail du sondage pendant un temps plus ou moins long, suivant le délai qu'il faut pour régler le mouvement d'horlogerie. Or, ces appareils sont tout à fait étrangers aux travaux de sondages. Aussi faut-il considérer comme très importants les inconvénients qui résultent de l'emploi des mouvements d'horlogerie dans les travaux de sondage. Si, par suite de la forte pression qu'il y a dans les trous de sonde d'une grande profondeur, l'eau ordinaire ou l'eau saline vient à pénétrer dans l'enveloppe des mouvements d'horlogerie, ceux-ci sont endommagés et, dès lors, ils ne travaillent plus avec sûreté et exactitude. L'inventeur du STRATAMÈTRE Gothan-Otto s'exprime ainsi sur les dangers universellement connus de ces appareils :

« Par suite des divers degrés de chaleur qui règnent aux différentes profondeurs du trou de sondage, il est évident que, même si l'on a pu éviter que l'eau ne pénètre dans les mouvements d'horlogerie, l'appareil se couvre pourtant d'humidité, comme je l'ai souvent observé. Il en résulte inmanquablement des variations dans le fonctionnement des rouages, ce qui parfois peut faire paraître douteux le résultat, parce qu'il est possible que les rouages n'aient pas fonctionné à temps. En outre, les petits mouvements d'horlogerie ont des ressorts très fins, qui s'abîment très facilement. »

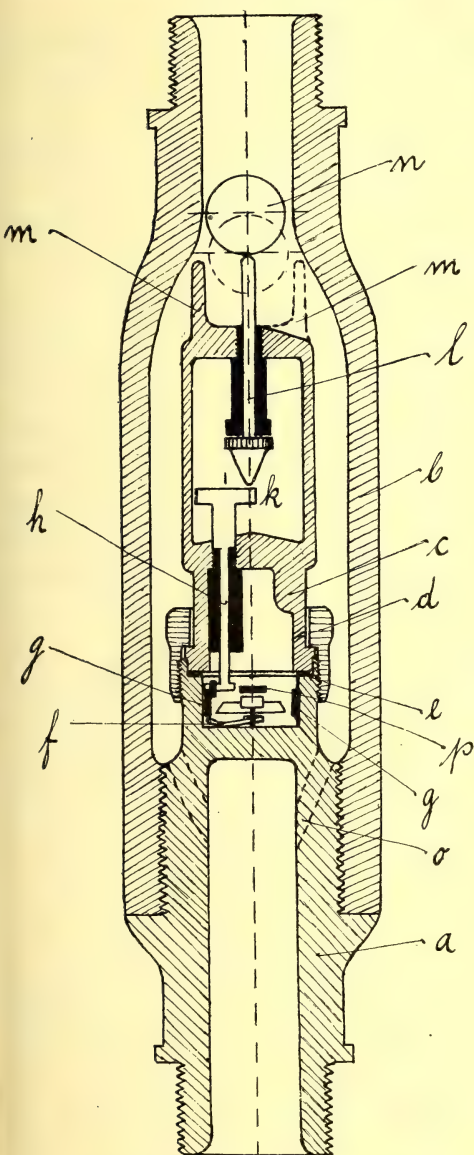
Les grands dangers et inconvénients — désordre dans le fonctionnement, défauts dus à des causes légères et fonctionnement irrégulier — sont, en tout cas, évités par le STRATAMÈTRE dont la description suivra ci-dessous ; en effet, contrairement à tous les appareils sus-indiqués, ce STRATAMÈTRE ne comporte pas d'engrenages. L'inventeur a eu l'occasion d'employer lui-même fréquemment les deux appareils nommés en dernier lieu, ceux de Kœbrich et Gothan-Otto, et il a reconnu leur imperfection. C'est pourquoi il s'appliquait à construire un appareil qui ne possède pas ces inconvénients. Les travaux d'essai faits très consciencieusement avec le STRATAMÈTRE du Dr Meine ont parfaitement prouvé l'utilité et la solidité de cet appareil.

Le STRATAMÈTRE Meine est intercalé entre le tube à carottes et les tiges de sonde ; il est composé de deux parties, celle de dessous *a* et celle de dessus *b*, qui peut être dévissée facilement. Dans la partie inférieure *a* se trouve une cavité qui contient l'aiguille aimantée et le levier *f* qui arrête cette aiguille. Le plus court bras du levier peut être

pressé vers le bas par un simple anneau; l'aiguille est ainsi pressée contre la plaque *p* et arrêtée. Sur la cavité de la partie inférieure *a*, on place d'abord un anneau de bois ou d'une matière analogue; le centre *c*

de la partie supérieure est placé par-dessus, et il est pressé constamment par un écrou sur la partie inférieure. La pointe *h* qui tourne autour de son axe traverse la plaque *c*. Cette pointe possède, en haut et en bas, un prolongement; le prolongement de dessous saisit une saillie de l'anneau et peut le faire tourner. Le prolongement supérieur *k* est placé directement au-dessous de la pièce conique qui termine la pointe *l*, et cette pointe, en descendant verticalement, déplace latéralement la pièce *k*; alors l'axe *h* tourne et avec lui l'anneau *g*, qui, au moyen du levier *f*, arrête l'aiguille.

La pointe *l* ne peut pas descendre directement sous l'action du courant d'eau; mais, lorsqu'on le juge à propos, la boule *n* est placée à l'intérieur des tiges et descend alors avec le courant d'eau. Aussitôt que la boule rencontre la pointe *l*, elle intercepte l'arrivée d'eau en offrant au poids de l'eau une surface suffisante. Comme on peut le contrôler par le manomètre de la pompe, la pression s'élève



COUPE DU STRATAMÈTRE MEINE.

de 5 atmosphères environ; cette augmentation de pression fait descendre la tige et la pointe *k* et fait arrêter l'aiguille aimantée.

La chute de la pression au manomètre montre que l'aiguille aimantée s'est arrêtée; en effet, à partir de ce moment, l'eau descend librement dans les tiges, en passant autour de la boule *p* et en suivant les conduits *o*. Toute cette opération ne dure que quelques minutes.

Les tiges avec le STRATAMÈTRE, le tube à carottes et la couronne sont alors enlevés, et la direction Nord de l'aiguille aimantée est marquée sur la carotte.

On peut voir par ce qui vient d'être dit que le STRATAMÈTRE Meine est un appareil qui travaille avec simplicité et sécurité et que son application est très facile. Il est impossible que les essais ne réussissent pas ou que l'arrêt puisse se produire à tort; c'est ce qu'a prouvé l'application répétée de l'appareil. Pour constater la stabilité du STRATAMÈTRE, la chambre où se trouve l'aiguille aimantée a été remplie d'eau, et l'espace autour de l'aiguille *k* de sable humide; malgré cela, l'appareil a fonctionné avec une exactitude parfaite.

Pour les sondages, l'application du STRATAMÈTRE Meine est extraordinairement commode. Une fois pour toutes, l'appareil est intercalé entre le tube à carottes et les tiges, puis il est laissé dans le trou de sondage. Aussitôt qu'on a décidé de tirer une carotte, le travail de rotation est suspendu; on jette la boule dans les tiges, on observe le manomètre de la pompe jusqu'à ce que l'aiguille monte et retourne en arrière; alors on arrache la carotte et on retire l'appareil.

Dans l'application du STRATAMÈTRE Meine, *le travail de sondage est le point essentiel*. Jamais il ne se produira d'arrêt imprévu dans les travaux de sondage: la continuation ou la suppression des travaux ne dépend que du résultat de ces travaux ou de la résolution de celui qui les dirige; le STRATAMÈTRE prend part à tout le travail de sondage.

Le brevet français du STRATAMÈTRE a été pris et les brevets étrangers sont demandés. Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser au bureau de l'*Écho des Mines*, 26, rue Brunel, Paris (17^e), qui tient des STRATAMÈTRES à la disposition des visiteurs.

(Extrait de l'*Écho des Mines et de la Métallurgie*, n° du 14 mars 1904.)

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

CORNET. — Premières notions de Géologie. (Mons, 1903, un vol. in-8° de 261 pages et 29 figures.)

Notre excellent confrère, M. le professeur Jules Cornet, vient de publier un livre intitulé : *Premières notions de Géologie*, appelé, certes, à un franc et légitime succès.

S'inspirant du principe qui veut qu'on apprenne plus facilement une langue par la pratique courante que par l'étude de la grammaire, — quitte plus tard à approfondir la connaissance de la langue par cette étude, — notre confrère s'est dit que l'on ferait sans doute pénétrer plus aisément le goût de la Géologie dans le public en remettant au second plan les questions de chronologie, de classification et de nomenclature, et en abordant de suite la partie réellement vivante et intéressante de la science, c'est-à-dire l'examen des faits et leur explication.

L'esprit s'étant familiarisé avec les faits, les idées de méthode et de classification pénètrent alors avec d'autant plus de facilité que l'on comprend mieux la nécessité absolue de la classification, qui, seule, permet d'embrasser d'un coup d'œil la chronologie et l'ensemble des phénomènes et qui prend alors l'intérêt d'un résumé d'histoire générale.

Comme il le dit dans sa préface, notre zélé confrère part du simple pour aller au composé, et il convient de dire, tout d'abord, qu'il a mis son idée à exécution avec un plein succès.

Partant de l'étude de ce qui peut s'observer actuellement sous nos yeux dans nos vallées, et en particulier dans la vallée de la Haine, il nous fait conclure, de ce qui se passe aujourd'hui, à ce qui s'y est passé hier, puis il y a mille ans, puis dix mille ans, en insistant sur la base fondamentale de la science géologique : la constatation et la valeur des superpositions.

Du fond de la vallée, il nous conduit à l'étude des versants et, en passant, il nous donne des notions élémentaires mais suffisantes sur les roches, leur composition pétrographique, puis minéralogique.

Ces considérations sont exposées dans les vingt-quatre chapitres de la première partie de l'ouvrage et, certes, après lecture de celle-ci,

tout homme d'instruction moyenne est à même de savoir ce que c'est qu'un géologue, quel est son but, ce qu'il cherche, ce qu'il voit et comment il voit.

Dès lors, le lecteur, après s'être assuré du nombre de choses soit intéressantes, soit utiles à connaître à la surface du globe, doit, naturellement, éprouver le besoin de condenser toutes ces connaissances éparses de manière à pouvoir s'orienter dans cet apparent chaos.

C'est alors que, dans la deuxième partie de l'ouvrage, les notions générales interviennent.

Comment, en présence des complications constatées, doit-on envisager l'ensemble, c'est-à-dire le globe terrestre qui renferme toutes ces complications?

C'est à ces questions toutes naturelles que répond notre confrère en fournissant les notions nécessaires relatives à la croûte terrestre, à sa chaleur, à ses origines, aux grands phénomènes généraux qui s'y passent, et c'est ainsi que, comme conclusion, il en arrive à l'établissement des superpositions générales, d'où résulte la chronologie.

Chaque lecteur a donc passé ainsi par toutes les phases successives par lesquelles a passé la Science, qui évidemment a dû commencer par étudier le détail pour en arriver à connaître l'ensemble et à établir des conclusions.

Le livre de Jules Cornet est, en conséquence, un excellent petit traité, qui sera lu avec grand intérêt et profit par quiconque voudra s'initier à la Géologie, et c'est beaucoup dire, parce que nous devons avouer que la Géologie est loin d'avoir acquis la place à laquelle elle a droit, grâce aux très nombreuses applications pratiques dont elle est susceptible.

Après les innombrables preuves de la valeur des données utilitaires qu'elle fournit dans les questions de mines, de travaux d'eau, de cimetières, de grands travaux publics, etc., il est véritablement incroyable de voir le nombre de personnes -- et non des moindres -- qui en sont encore à croire que la Géologie est une science vague ou approximative, dépourvue d'intérêt et cultivée par quelques ramasseurs de cailloux curieux; d'en voir d'autres qui confondent complètement l'art du géologue avec l'art de l'ingénieur, ou d'autres encore qui, eux, en ignorent purement et simplement l'existence.

Mais la Géologie est une jeune personne de santé robuste, ayant conscience de sa valeur et qui aura raison de l'indifférence dans laquelle beaucoup l'ont laissée jusqu'ici.

A. RUTOT.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

L'aimantation des roches volcaniques.

M. *Pierre David* a communiqué récemment à l'Académie des sciences les résultats des recherches, faites en collaboration avec M. *Brunhes*, sur l'aimantation des roches volcaniques. Les recherches précédentes avaient montré que toutes les roches volcaniques d'une même région possèdent une aimantation rémanente stable, qui est probablement celle de la direction du champ terrestre à l'époque où la roche s'est solidifiée. Il était intéressant de vérifier si, pendant une période connue et suffisamment longue, la direction d'aimantation des roches n'avait pas varié.

Différentes pierres ont été d'abord étudiées. Elles provenaient d'un mur de l'époque gallo-romaine. Ces pierres (scories, basalte, domite), qui sont restées en place pendant environ 2000 ans, possèdent toutes une aimantation permanente, mais de direction très variable de l'une à l'autre. Ceci semblait bien indiquer que la direction d'aimantation n'avait pas été modifiée pendant cette période de 2000 ans environ. Mais il était difficile d'orienter avec une précision suffisante ces différentes pierres pour les tailler en cubes et faire des mesures au déclinomètre. L'auteur a alors songé à découper quelques cubes dans un dallage très bien conservé de l'ancien temple de Mercure, situé au sommet du Puy-de-Dôme, près de l'Observatoire, et datant manifestement de l'époque gallo-romaine. Ces cubes, pris sur quatre dalles en domite et mesurés au déclinomètre, ont donné pour toutes les dalles la même inclinaison en valeur absolue. Les valeurs de la déclinaison sont au contraire quelconques. Il suit de là que depuis la mise en place des dalles, leur direction d'aimantation n'a pas varié sous l'action du champ terrestre, malgré les variations et perturbations qui ont eu lieu depuis cette époque.

La constance de la valeur absolue de l'inclinaison semble indiquer que toutes les dalles ont été prises dans la même carrière, où elles auraient été levées en bancs parallèles, comme cela se pratique souvent actuellement. A la mise en place, quelques-unes d'entre elles auront été placées sens dessus dessous, ce qui explique le changement de signe de l'inclinaison. Pour la déclinaison, la taille des dalles a dû la modifier d'une façon quelconque.

L'auteur a remarqué en outre que deux cubes de mêmes dimensions ont le même moment magnétique. Il y aurait peut-être là un moyen de résoudre la question si discutée de la provenance des blocs énormes qui ont servi à l'édification du temple dont les ruines restent encore imposantes après 2000 ans.

(*Bull. Soc. Astr. France*, mars 1904.)

Tremblements de terre en France.

On nous écrit d'Angers, 16 février : « Cette nuit, une violente secousse de tremblement de terre s'est fait sentir à Cholet; un grand nombre de personnes ont été secouées dans leur lit et des objets renversés. »

» La durée du phénomène a été de quinze secondes. »

Et des Sables d'Olonne, même date : « Deux fortes secousses de tremblement de terre ont été ressenties aux Herbiers (Vendée). »

(*Bull. Soc. géol. France*, mars 1904.)

Russie. — Un tremblement de terre sur la glace.

Le prince Khilkof, Ministre des voies et communications, qui vient de rentrer de Sibérie, a parlé au correspondant du *Matin*, à Saint-Petersbourg, d'un phénomène bien curieux.

« La région du Baïkal, a dit le prince, serait volcanique; pendant mon séjour, deux éruptions ont causé une sorte de tremblement de terre à Koulouk, petite ville voisine du lac, où plusieurs maisons s'écroulèrent. La glace eut des soubresauts tels que les wagons et les hangars furent balancés sur la glace comme par une mer houleuse. Ceux qui habitaient les hangars se sauvèrent. »

Voilà qui n'est pas banal, en vérité; mais de quelles éruptions parle le prince?

A notre connaissance, la Sibérie n'avait donné lieu, jusqu'à présent, à aucun phénomène éruptif.

Y aurait-il là une de ces soupapes de sûreté du globe terrestre dont on est en train de dresser la carte en ce moment? Le fait est à signaler.

(Extrait de l'*Écho des Mines et de la Métallurgie*,
31^e année, 14 avril 1904, p. 440.)

SÉANCE MENSUELLE DU 17 MAI 1904.

Présidence de M. X. Stainier, président.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

En ouvrant la séance, M. le *Président* est heureux de faire part à l'Assemblée des distinctions honorifiques dont plusieurs membres ont été l'objet :

M. *Barrois* a été élu membre de l'Institut de France.

M. *E. Demot* a été promu grand officier de l'Ordre de Léopold et MM. le comte *Goblet d'Alviella* et *Mesens*, commandeurs du même ordre. (*Vifs applaudissements.*)

Correspondance :

La *Fédération archéologique et historique de Belgique* annonce que la dix-huitième session de ses congrès s'ouvrira à Mons le 30 juillet prochain.

La *British Association* envoie la troisième (et dernière) partie de la série des photographies géologiques anglaises.

La Société étant maintenant en possession d'une série nombreuse de ces photographies, M. le *Secrétaire général* exprime l'espoir qu'elles pourront servir à faire une intéressante conférence avec projections lumineuses dès le cours de l'hiver prochain; ce projet sera facilité grâce au bienveillant concours de M. le Dr *Van de Wiele*, qui a bien voulu se charger de la traduction des textes explicatifs.

M. *M. Mieg* demande l'avis de la Société au sujet d'un projet de barrage de la *Doller* (Lorraine); l'Assemblée estime que cette question est plutôt du domaine de l'ingénieur et sort de sa compétence.

M. *Prinz*, empêché d'assister à la séance, envoie, pour la bibliothèque de la Société, un mémoire in-4° de M. *Stübel* sur des *Considérations théoriques déduites des phénomènes éruptifs de la Martinique* et une note dont il est l'auteur sur la *Monazite et le xénotime de Nil-Saint-Vincent (Brabant)*. (*Remerciements.*)

M. le *Président* présente à l'Assemblée, de la part de M. *Fievez*, des débris intéressants d'un très grand vase gallo-romain (jarre) trouvé dans les travaux de la nouvelle avenue de Boitsfort, aux environs de Bruxelles.

M. *E. Putzeys*, à titre de rectification aux annexes du procès-verbal de la séance du 17 novembre 1903 (petit texte des *Notes et Informations diverses*), s'exprime comme suit :

Dans les *Notes et informations diverses* annexées au compte rendu de la séance du 17 novembre 1903, j'ai lu, non sans surprise, l'articulet suivant :

L'école de la rue de Rollebeek à Bruxelles. — Les travaux de construction de la nouvelle école de la rue de Rollebeek, qui viennent d'être repris, ont fait constater que le terrain sur lequel les fondations doivent être établies est de très mauvaise qualité.

Les fondations devront donc être construites à une plus grande profondeur, et ce contretemps aura pour effet d'occasionner une dépense supplémentaire de 20,000 à 30,000 francs. (*Le Soir*, 22 octobre 1903.)

Lecteur du journal *Le Soir*, j'avais lu l'article en question au moment où il a paru et j'avais constaté avec plaisir que le reporter auquel il est dû s'était borné à signaler un fait qu'il connaissait, sans y ajouter aucun mot désobligeant à l'égard de l'Administration communale.

Fort malheureusement, par une fougue de plume qu'il sera le premier à regretter, notre savant Secrétaire général s'est cru autorisé à ajouter un passage que je dois relever.

« Sans commentaire, dit M. Van den Broeck, dans une ville où depuis dix-sept ans une Société de géologie, secondée plus tard par un Service géologique d'État, s'efforce de faire comprendre l'utilité pratique des sondages et études de reconnaissance, précédant l'établissement de fondations d'édifices quelque peu importants, surtout établis, comme dans ce cas-ci, à flanc de coteau. »

De mes amis, préservez-moi, Seigneur! de mes ennemis, je m'en charge, est la réponse que je me vois obligé d'adresser à M. Van den Broeck, qui a perdu de vue qu'il lui suffisait, pour ne pas commettre une erreur regrettable, de s'adresser à son confrère, l'ingénieur en chef Putzeys, pour avoir des renseignements précis.

J'aurais pu lui dire, en tête à tête, ce que je me vois obligé de lui rappeler en séance :

Savoir que, dès la fondation de la Société, j'ai fait appel aux géologues chaque fois qu'un problème réclamant l'aide de la géologie s'était posé, à l'occasion des travaux dont j'ai la direction, et qu'il y a dix-sept ans déjà, j'en appelais, pour la première fois, à Verviers, aux lumières de MM. Rutot et Van den Broeck pour démêler un cas géologique de grand intérêt pour la ville, à qui j'avais proposé la construction d'un barrage dans une vallée des environs.

Depuis, à la suite du précieux enseignement que j'avais retiré des excursions dont cette étude avait été l'objet, c'est à maintes reprises que j'ai réclamé l'avis des géologues, parce que mon grand souci a toujours été de tenter d'éviter des déconvenues en matière de travaux publics.

Je n'ai jamais eu qu'à me féliciter de cette manière de faire, et jamais l'Administration communale de Bruxelles n'a eu un instant d'hésitation lorsque semblable consultation lui a été proposée.

L'Administration communale de Bruxelles n'a donc plus, comme le croit M. Van den Broeck, « à comprendre l'utilité pratique des sondages et études de reconnaissance ». Sa religion est faite, et l'exemple de la rue de Rollebeek était singulièrement mal choisi pour l'expression d'une surprise fort déplaisante pour ceux qui en sont l'objet.

Si mon collègue et ami Van den Broeck m'avait interrogé, je lui aurais dit, en effet, que notre ami commun, M. Rutot, avait été consulté avant que les fondations fussent établies et que les difficultés rencontrées ont parfaitement été connues en temps utile. S'il y a une différence d'estimation, c'est parce que le devis primitif a dû être établi avant la démolition des maisons et alors qu'aucune investigation n'était possible; mais la vérité est que, dès le commencement des travaux, les investigations ont été faites et que celles-ci ont montré presque partout des amas de matériaux et de décombres pierreux épais de 6 à 10 mètres, qui auraient rendu toute entreprise de sondage illusoire et impraticable.

Ces éléments extra-géologiques reposaient eux-mêmes sur le sable fin, ypresien, très aquifère.

J'ajouterai, pour éviter que les fouilles profondes et les fondations

extraordinaires de l'école qui va être construite rue Le Corrège soient encore l'objet d'un « sans commentaires » de mon ami Van den Broeck, qu'il y a deux ans, l'Administration communale a, sur ma proposition, demandé à notre collègue, M. Rutot, de déterminer la profondeur à laquelle les fondations devaient prendre pied pour se trouver sur bon terrain.

Trois puits de 12 mètres de profondeur ont été creusés à cet effet, sur ses indications. Ici donc, encore une fois, l'Administration communale a montré dans quelle estime elle tient la science géologique, et encore est-il bon de dire que si l'on s'en était rapporté à la simple apparence et à ce qui se passe immédiatement en deçà et au delà du terrain en question, on devait prévoir des fondations ordinaires.

Fidèle à une méthode qui ne lui a jamais donné que de bons résultats, la Ville de Bruxelles ne s'est pas fiée à ces apparences; bien lui en a pris, car l'école occupera, précisément, un ancien fond de petite vallée, remblayée lors du nivellement général du quartier Nord-Est. Ces explications seront suffisantes, je pense, pour éviter à l'avenir semblable protestation.

M. *Van den Broeck* ne peut que se féliciter d'avoir inséré aux *Nouvelles et Informations diverses* la note du journal qui vient de provoquer l'observation de M. *Putzeys*, car celle-ci nous montre avec quelle conscience la Ville de Bruxelles entreprend ses travaux. S'il regrette de n'avoir pas demandé l'avis préalable de son collègue avant de reproduire l'articulet du *Soir*, qu'il tenait naturellement pour justifié, il se trouve quelque peu couvert par ce fait qu'il ignorait complètement qu'un géologue avait été consulté; ce qui, il faut bien le dire, ne paraissait nullement résulter du *contretemps* dont parle le *Soir*, qui dit nettement que la très mauvaise qualité des terrains n'a été constatée que par la reprise des travaux de construction.

Quoi qu'il en soit, il prend acte avec plaisir de cette déclaration de M. *Putzeys* que la Ville de Bruxelles continue à ne négliger nullement de faire appel aux lumières de la géologie pour ses travaux publics.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

4374. ... *Guide-annuaire de Madagascar à l'usage des colons, planteurs, commerçants, industriels, fonctionnaires et voyageurs, 1904.* Tananarive, 1904. Volume in-8° de 858 pages et 36 cartes.

4375. ... *Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Paris, août 1900. L'enseignement supérieur à Paris.* Paris, 1900. Volume in-8° de 176 pages et 1 carte.
4376. **Delaunay, H.** *Les Sociétés savantes de France. Notes et renseignements réunis, avec introduction de M. le professeur C.-M. Gariel.* Paris, 1902. Volume V, in-8° de 407 pages.
4377. **Cornet, J.** *Sur l'existence de bancs de poudingue dans la partie supérieure du terrain houiller.* Liège, 1900. Extrait in-8° de 9 pages.
4378. **Cornet, J.** *La Meuse ardennaise.* 1903. Extrait in-8° de 12 pages.
4379. **Cornet, J.** *Le Victoria-Nyanza est-il un « Reliktensee? »* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 15 pages.
4380. **Cumont.** *Exploration, au point de vue du néolithique, des quelques collines situées à la limite du Brabant, du Hainaut et de la Flandre orientale.* Bruxelles, 1902-1903. Extrait in-8° de 2 pages.
4381. **De Angelis d'Ossat, G.** *Brano di logica formale della geologia. Stratigrafia.* Bologne, 1904. Extrait in-8° de 16 pages.
4382. **Labat, A. (Dr).** *Bains de mer d'Angleterre.* Paris, 1904. Brochure in-8° de 72 pages.
4383. **Lang, O.** *Der Lamsberg bei Gudensberg.* Berlin, 1904. Extrait in-4° de 7 pages.
4384. **Martel, E.-A.** *Sur la source sulfureuse de Matsesta (Transcaucasie) et la relation des cavernes avec les sources thermo-minérales.* Paris, 1904. Extrait in-4° de 3 pages.
4385. **Martel, E.-A.** *Sur le gouffre-tunnel d'Oupliz-Tsiké (Transcaucasie).* Paris, 1904. Extrait in-4° de 2 pages.
4386. **de Montessus de Ballore.** *Les visées de la sismologie moderne.* Louvain, 1904. Extrait in-8° de 23 pages.
4387. **Pasquier, E.** *La terre tourne-t-elle? Réponse à M. Anspach.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 37 pages.
4388. **Sieberg, A.** *Handbuch der Erdbebenkunde.* Brunswick, 1904. Volume in-8° de 362 pages et 113 figures.
4389. **Vanhove, D.** *Étude pluviométrique sur le bassin de la Meuse.* Bruxelles, 1903. Extrait in-4° de 30 pages et 1 carte.
4390. **Yermoloff, A., et Martel, E.-A.** *Sur la géologie et l'hydrologie souterraine du Caucase occidental.* Paris, 1903. Extrait in-4° de 2 pages.
4391. **Marboutin, F.** *Contribution à l'étude des filtres à sable. Filtres ouverts.* Paris, 1904. Extrait in-4° de 3 pages.
4392. **Marboutin, F.** *Nouvelle méthode d'étude des eaux de sources.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 27 pages et 1 carte.

4393. **Mieg, M.** *Résumé de quelques notes et documents relatifs aux bassins hydrographiques de Mulhouse.* Mulhouse, 1904. Extrait in-8° de 9 pages.
4394. **Prinz, W.** *Sur la monazite et le xénotime de Nil-Saint-Vincent (Brabant).* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 21 pages.
4395. **Rutot, A.** *Le premier instrument paléolithique rencontré « in situ » aux environs de Bruxelles.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 5 pages.
Nouvelles observations dans la plaine maritime belge. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 2 pages.
Trouvailles dans la tourbe de l'époque moderne, à Bruxelles. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 2 pages.
4396. **Rutot, A.** *Communication préliminaire relative à la pointe moustérienne et à la taille du silex.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 3 pages.
Sur un peson néolithique. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 2 pages et 4 figures.
Nouvelles découvertes à Soignies. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 1 page.
Note préliminaire sur les silex paléolithiques de la vallée du Nil. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 2 pages.
4397. **Rutot, A.** *Le gisement de Wommersom.* Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 3 pages.
Sur l'existence de l'homme préquaternaire sur la crête de l'Artois. Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 1 page.
Les Sérès, d'après M. le Marquis de Nadaillac. Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 3 pages.
Instruments paléolithiques réemployés à l'époque néolithique. Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 6 pages et 2 figures.
Note sur un petit broyeur néolithique. Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 4 pages et 3 figures.
4398. **Rutot, A.** *Les découvertes de Krapina (Croatie).* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 6 pages.
Les trouvailles paléolithiques de Krems. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 1 page.
Découverte de poignards chelléens à Mesvin, près de Mons. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 2 pages.
Découvertes de crânes paléolithiques en Angleterre. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 2 pages.
4399. **Stübel, A.** *Rückblick auf die Ausbruchperiode des Mont Pelé auf Martinique 1902 bis 1905 vom theoretischen Gesichtspunkte.* Leipzig, 1904. Extrait in-4° de 24 pages et 20 figures.

2° Extraits des publications de la Société :

4400. *Bulletins bibliographiques des séances des 17 novembre et 15 décembre 1903*. Procès-verbaux de 1903. 22 pages. (2 exemplaires.)
4401. *Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1903. Séance du 17 février 1904*. Procès-verbaux de 1903. 14 pages. (2 exemplaires.)
4402. **Putzeys, E.** *A propos des conditions que doivent remplir les eaux issues de terrains calcaires. Réflexions suggérées par la note de M. Van den Broeck*. Procès-verbaux de 1903. 5 pages. (2 exemplaires.)

3° Périodiques nouveaux :

4403. Stockholm. *Konglig. svenska vetenskap Akademie. Arkiv för Zoologi*. 1903. Band I, n^{os} 1-2.
4404. *Arkiv för Botanik*. 1903. Band I, n^{os} 1-3, 4.
4405. *Archiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*. 1903. Band I, n^o 1.

Présentation et élection d'un nouveau membre effectif :

Est présenté et élu par le vote unanime de l'Assemblée :

M. le professeur **SCHARDT**, à Veyteaux, près Territet, lac de Genève.

Communications :

La parole est donnée à M. *Stainier* pour sa communication sur :

Un conglomérat du Houiller moyen de Liège, par X. **STAINIER**, professeur de géologie à l'Université de Gand.

Dans un travail tout récent (1), je montrais la grande importance que présente l'étude des conglomérats houillers, par suite des renseignements qu'ils peuvent nous fournir sur la constitution géologique des régions avoisinant les bassins houillers, lors de la formation de ceux-ci.

Par une curieuse coïncidence, au moment où ce travail sortait de presse, on me signalait la découverte d'un nouvel horizon de conglo-

(1) *Ann. des Mines de Belgique*, t. IX, 1904, pp. 411 et suiv.

mérat. C'est à M. Lhoest, directeur des travaux du charbonnage de Gosson-Lagasse, à Montegnée, qu'est due cette découverte, qui n'étonnera personne de ceux qui connaissent le soin avec lequel M. Lhoest explore son charbonnage et les trouvailles nombreuses qu'il communique avec le plus grand désintéressement aux amis du terrain houiller.

Le charbonnage de Gosson-Lagasse pratique, depuis quelque temps déjà, des recherches pour recouper la couche Houlleux, une des veines les plus persistantes et les plus régulières du bassin de Liège.

C'est dans une de ces recherches qu'a été recoupée tout récemment la roche qui fait le sujet de ce travail. Dans une bacnure Sud à l'étage de 580 mètres du siège n° 2, on creuse à 350 mètres de l'origine un bouxtay montant qui, à 23 mètres de hauteur, a rencontré une roche conglomérée très dure non encore entièrement traversée. Cette roche se trouve à 1 mètre au-dessus d'un passage de veine avec 0^m 35 de charbon, que l'on croit être la veine Houlleux en question.

Malheureusement, les terrains sont fortement bouleversés dans cette région, et notamment dans ce bouxtay, ce qui rend douteuse, pour le moment, la détermination de la synonymie de cette veine. On n'est pas, en tout cas, loin de la veine Houlleux, si ce n'est pas elle-même.

La roche est grise, très quartzreuse, vitreuse par places avec de nombreux points blancs, dont quelques-uns au moins sont de la calcite, car ils font fortement effervescence aux acides.

De grosses veines de calcite traversent la roche, qui montre aussi de minces lits brillants d'un charbon à cassure conchoïdale, mordoré, identique comme aspect à de l'anthracite de Pensylvanie. On trouve aussi des cailloux (?) pisaires de houille fibreuse noir terne, ressemblant à du fusain, houille qui, comme on le sait, est produite par la transformation du bois qui a flotté longtemps au contact de l'air. On y trouve aussi de minces lits de sidérose brune lenticulaire. Enfin, ce qu'il y a de plus intéressant, c'est qu'on trouve dans la roche de nombreux galets aplatis ou discoïdes fort petits (0^m 005 de grand diamètre au maximum). Ces galets sont formés d'une roche calcaire noir mat, identique comme aspect à certains bancs calcaires qui existent dans le terrain houiller de Liège. On sait, en effet, que M. P. Fourmarier a signalé à diverses reprises la présence de bancs calcaires dans le Houiller de Liège (1). Chose curieuse, c'est justement à ce même puits du charbonnage de Gosson-Lagasse, dans l'avaleresse, que M. H. Lhoest a découvert le

(1) *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXVIII (1900), BULL., p. 102; *Ibidem*, t. XXVIII (1900), BULL., p. 287; *Ibidem*, t. XXX (1903), BULL., p. 106.

premier banc de calcaire, et cela près et sous une veine qui n'est d'habitude qu'à 10 mètres sous la veine Houlleux, je veux parler de la veine Wicha. M. Fourmarier a ensuite signalé la présence du même horizon calcaire aux charbonnages voisins du Horlez (puits de Tilleur) et du Bois d'Avroy (puits Grand-Bac). M. Construm, directeur des travaux du charbonnage de Lahaye, a bien voulu m'informer qu'un banc semblable existe également sous la veine Wicha, au puits Saint-Gilles. Il forme donc un horizon continu dans cette région du bassin de Liège.

Si ce banc était le seul de cette nature existant dans le Houiller de Liège, le fait de le rencontrer à l'état de cailloux roulés dans une roche à 15 mètres environ au-dessus de son niveau primitif, autoriserait à tirer des conclusions de la plus haute importance au point de vue de la genèse des bassins houillers. Mais tel n'est pas le cas. M. Fourmarier a signalé l'existence d'autres horizons de calcaire, dont l'un se trouve assez bien plus haut que la veine Houlleux, mais dont l'autre est inférieur à cette veine et pourrait donc avoir fourni des cailloux au conglomérat en question. Il est vrai de dire que son aspect n'est pas du tout le même. Je connais dans le Houiller de Liège la présence de plusieurs horizons de calcaire inférieurs à la veine Houlleux.

Dans le tunnel Beco du charbonnage de Baldaz-Lalore, il y a un banc de calcaire, identique à celui de la veine Wicha, dans la stampe comprise entre la veine Chaîneux (Stenage) et la veine Grande-Pucelle (Désirée). Au puits Espérance du charbonnage de Bonne-Espérance à Herstal, il y a deux niveaux de calcaire semblable. L'inférieur est compris entre la veine Piraquet (Castagnette) et la Grande veine des Dames (Stenage). L'autre est sous la veine VII Poignées, un peu supérieure à la veine du Fond (Malgarnie). Davreux avait déjà signalé, vers 1852, la présence de nodules de calcaire dans les déblais d'un ancien puits du charbonnage du Val-Benoît, qui a dû exploiter des couches du faisceau Malgarnie à Stenaye. Il existe peut-être encore bien des bancs calcaires que nous ignorons aujourd'hui.

On ne peut donc pas tirer de la présence du conglomérat calcaire des conclusions aussi absolues, et tout ce que l'on peut dire, c'est qu'il est formé de matériaux empruntés à la désagrégation de roches calcaires houillères antérieures à la veine Houlleux. En cela, le conglomérat du Gosson-Lagasse vient corroborer les conclusions que nous avons cru pouvoir tirer de la composition des autres conglomérats presque contemporains que MM. R. Malherbe et Ad. Firket ont signalés jadis dans le bassin de Liège et qui, eux aussi, étaient formés dans leurs éléments reconnaissables de roches houillères.

Ajoutons, pour être complet, que le conglomérat du Gosson présente, comme ceux qu'ont décrits MM. Malherbe et Firket, le caractère d'être très localisé. La veine Houlleux est, en effet, recoupée, à proximité, au Gosson, et l'on n'y observe pas de conglomérat au toit, mais bien un niveau puissant de grès très dur, qui surmonte d'ailleurs habituellement la veine Houlleux dans le bassin.

La découverte de ce conglomérat calcaire m'a rappelé que mon ami M. H. Bogaert, directeur des travaux du charbonnage du Bois d'Avroy, m'avait signalé jadis qu'au puits du Grand-Bac, il y avait un horizon puissant de psammite calcareux au toit de la veine Houlleux, à l'étage de 520 mètres. Il est possible donc que l'on retrouve ce conglomérat ailleurs.

L'ordre du jour appelle ensuite le travail de M. J. Cornet sur **La signification morphologique des collines flamandes.**

Ce travail, distribué en épreuve préalable à la discussion en séance, ne soulève aucune objection de la part de l'Assemblée, qui en décide l'impression définitive aux *Mémoires*.

L'Assemblée aborde la **discussion** de l'étude de M. Deladrier sur un **Essai de Carte tectonique de la Belgique**, et la parole est donnée, à cet effet, à M. le capitaine baron Greindl, qui s'exprime comme il suit :

Quelques objections théoriques à l'hypothèse d'une superposition du réseau hydrographique de la Belgique à un réseau de failles préexistant, par le capitaine baron GREINDL.

Ce n'est pas sans une certaine émotion que nous avons entendu, à la séance dernière, M. Deladrier, dans son intéressante communication relative à un « Essai de Carte tectonique de la Belgique », remettre en question le problème du creusement des canaux d'écoulement des eaux. Depuis la lecture du traité de MM. de la Noë et Margerie (1), nous étions convaincu qu'un réseau hydrographique se crée en vertu de la force propre de creusement de l'eau, et que son tracé, déterminé d'abord par la pente générale de la région, ne se complique que plus tard, d'après la structure du terrain.

(1) *Les formes du terrain*, par G. DE LA NOË avec la collaboration de ÉM. DE MARGERIE. Paris, Imprimerie nationale, 1888.

Les remarquables exemples empruntés à la topographie du sol français apportaient leur valeur de contrôle aux théories émises, et même il n'y manquait pas les expériences en petit, reproduisant dans le laboratoire de géologie le grand travail supposé de la nature. Il est à remarquer que les nombreuses études publiées sur des cas particuliers de rivières belges ont résolu tous les problèmes par la simple considération de la nature du sol.

La grande majorité des géographes-géologues aurait-elle fait fausse route? Nous ne le pensons pas, et nous soumettons avec confiance à la discussion de la Société les raisons qui nous font croire à l'inutilité de s'appuyer, pour dresser une carte tectonique, sur les sillons par lesquels les eaux descendent à la mer.

Nous bornons donc notre travail à chercher à enlever à M. Deladrier les arguments qui portent sur le tracé des rivières et à maintenir pour elles, dans son intégrité, la théorie de l'auto-creusement.

Nos rivières suivent-elles réellement deux directions dominantes, qui seraient les deux directions de clivage de la Belgique?

En faisant l'essai sur le croquis même de M. Deladrier, il nous semble en trouver quatre également bien partagées, qui sont : Est-Sud-Est à Ouest-Nord-Ouest (citée par M. Deladrier) et la perpendiculaire Sud-Sud-Ouest à Nord-Nord-Est, qui est la direction des nombreuses parallèles de la Belgique centrale; puis Ouest-Sud-Ouest à Est-Nord-Est et encore une fois sa perpendiculaire Sud-Sud-Est à Nord-Nord-Ouest. Mais que de traits échappent encore à toutes ces directions, bien que le réseau ait été fortement schématisé!

Il nous semble que le parallélisme entre rivières et failles peut être dû :

1° A la circonstance que beaucoup de failles sont produites par l'exagération des plis; tel est le cas de nombreuses failles du Jura. Il n'y a rien d'étrange qu'en région régulièrement plissée des rivières naissent le long des synclinaux; mais les failles inverses sont aussi dirigées suivant les plis, d'où la coïncidence. Elle se produit dans notre massif primaire, mais seulement pour les affluents de second ordre. Le réseau hydrographique, qui s'est incrusté profondément dans le socle de ces vieilles montagnes, semble tout à fait indifférent à l'allure des couches hercyniennes, mais il n'en est pas de même des ruisselets, qui courent sur le plateau. Faut-il à leur sujet faire intervenir les failles et n'est-il pas plus simple de dire qu'ils se localisent tout naturellement dans les bandes de terrain qui se sont montrées plus facilement altérables, et qui se sont donc abaissées par rapport à leurs voisines? L'exemple classique cent fois cité est celui des affluents du Hoyoux.

2° En ce qui concerne les failles normales, on peut concevoir un certain parallélisme, en ce sens que dans une région effondrée, il est naturel que la pente générale de la surface soit dirigée conformément à la direction des failles radiales; ce sera la direction des rivières conséquentes du réseau; les failles périphériques leur seront le plus souvent perpendiculaires et, pour des raisons qui n'ont rien de commun avec la tectonique, il en est de même des rivières subséquentes par rapport aux conséquentes; donc encore une fois parallélisme, mais pas coïncidence.

Si vraiment, pour s'établir, le réseau hydrographique profitait de la division du pays en claveaux, il serait naturel que les confluent se présentassent parfois suivant l'angle aigu des directions de clivage; ce cas n'existe pour ainsi dire pas; les rivières se recoupent normalement, l'angle aigu, quand il existe, n'est que le résultat de l'apport de sédiments, qui déplace peu à peu le confluent, mais les vallées de creusement se montrent orthogonales. Qu'on nous montre ne fût-ce qu'un petit ruisseau qui vienne déboucher en contre-pente dans la rivière qui l'absorbe, faisant donc un angle aigu vers l'aval, comme le cas devrait être fréquent, si les canaux d'écoulement étaient seulement préparés par le clivage du sol.

S'il en était ainsi d'ailleurs, les vallées présenteraient-elles les formes douces, qui sont si générales, et ne devrions-nous pas constater des descentes rapides de cours d'eau?

Les plus célèbres gorges (Trient, Fier, etc.) révèlent en tous les points de leur paroi un lent travail de creusement de la roche; les parois sont restées verticales sur plusieurs centaines de mètres; en serait-il ainsi si les eaux étaient guidées par des failles à rejets?

M. Deladrier, citant Daubrée, dit : « L'effet de décapement produit par les eaux qui ont été attirées dans les grandes cassures fait disparaître le dessin originel de ces cassures. » Comment, s'il refuse à l'érosion la force de creuser un canal, lui accorde-t-il la puissance de se détourner de la voie frayée au préalable et d'effacer ainsi la trace de l'aide secourable qu'elle a soi-disant reçue de prime abord? Pour nous, c'est l'impossibilité de fournir un exemple de coïncidence entre failles et rivières qui a seule pu faire écrire pareille phrase, aboutissant en somme à dire que tout vestige de démonstration est anéanti par le travail subséquent des eaux.

Faudra-t-il donc attendre de nouveaux progrès dans les levés géologiques pour aboutir à cette concordance entre la tectonique de la région et son drainage?

Ce serait remettre à bien tard la solution de la question qui nous divise; aussi voulons-nous revenir encore une fois sur la façon dont a pu s'établir en Belgique le réseau des eaux.

La région, émergée des mers crétacées, était donc composée de couches primaires arasées, recouvertes par la craie; une grande partie du sol belge était encore soumise à la sédimentation par les mers tertiaires.

La caractéristique des vallées crayeuses est d'être facilement érodées et de présenter un large fond plat avec des versants debout très raides; telle est, par exemple, la vallée du Geer.

Dans ces conditions, lorsque la rivière a, dans son creusement, atteint le socle primaire, elle était limitée dans ses divagations par les hautes murailles crayeuses de sa vallée, et ses méandres étaient donc limités en largeur. On ne peut nier, croyons-nous, que telle est la cause qui arrête toujours dans une bande assez étroite les coudes de nos rivières ardennaises, quelque « subits et imprévus » qu'ils soient.

Au fur et à mesure du décapement de l'Ardenne, les rivières devenues primaires s'y sont enfoncées, et leur surface de base est devenue telle que toute la couche crayeuse a disparu. Comme l'a démontré notre collègue Arctowski, dans notre *Bulletin* même, elles divergent du plateau de Recogne.

Toutes nos rivières principales sont donc surimposées à l'Ardenne primaire; seules, comme nous le disions plus haut, les ondulations du plateau, que peuvent suivre des ruisseaux, sont déterminées par la dureté relative des roches primaires et en relation avec les plis hercyniens.

Quant à nos rivières établies peu à peu dans les sédiments tertiaires, elles se sont allongées ou raccourcies suivant les transgressions ou régressions des mers, et leur travail a varié suivant les changements de pente du terrain. Ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, c'est que, pour toutes les parties du sol non nivelées par une récente sédimentation marine, tout cycle hydrographique est l'héritier du précédent; il trouve donc là des canaux tracés dont il doit s'accommoder.

Le parallélisme de nos rivières en couches tertiaires, de la Lys à la Geete, est donc, croyons-nous, le résultat d'une pente antérieure très faible de la Belgique dans cette direction, au fur et à mesure du retrait de la mer pliocène, comme le fait remarquer M. Cornet dans sa communication de ce jour. Ainsi ont pu s'établir une série de petits fleuves parallèles.

Quant aux parallélogrammes dessinés par M. Rutot dans son étude sur *Les origines du Quaternaire de la Belgique*, nous n'y avons vu pour

notre compte qu'une esquisse d'embouchure, telle qu'en présentent les deltas, ou plutôt les bouches de fleuves, qui finissent par une pente très faible dans un large estuaire. M. Rutot pourra d'ailleurs nous éclairer lui-même sur ce point.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de revenir au domaine de la théorie pure. Supposons, hypothèse invraisemblable, une région effondrée brusquement, aux cassures béantes, aux claveaux multiples reproduisant en grand les déchirements d'un bloc de terre glaise du laboratoire ; cette région émergée s'offre aux eaux courantes. Croit-on que le réseau hydrographique va suivre les failles ? Pour nous, toujours théoriquement, voici la succession probable des phénomènes (en fait, ils chevaucheront quelque peu).

D'abord les cassures se rempliront des matériaux les plus proches, jusqu'à atteindre le niveau des blocs descendus le plus bas ; en même temps, sur la surface des blocs restés en saillie s'établiront de petits réseaux hydrographiques se conformant à la pente de la surface et au pendage des couches.

Ensuite, les eaux se rassemblant aux points les plus bas, un certain nombre de blocs seront recouverts de lacs, dont le niveau s'élèvera peu à peu. Où sera leur déversoir ? Évidemment, au point de rencontre de deux failles bordières, mais pour que le tracé de la rivière issue du lac se confonde avec celui d'une faille, il faudrait que ce fût là la ligne de plus grande pente. Tel n'est pas le cas dans les expériences ; les brisures sont obliques à l'effort du plissement ; théoriquement même, il y a donc peu de chance pour que la rivière, qui s'établit en passant d'un lac à l'autre, et qui sera plus tard le fleuve de la région, suive à aucun moment le tracé d'une faille ; mais elle passera par quelques points du croisement.

Nous espérons avoir démontré qu'il n'y a que des rapports lointains entre les failles du pays et le réseau de nos rivières ; sans lui, il reste encore à notre collègue, M. Deladrier, des moyens d'investigation suffisants pour nous offrir la belle Carte tectonique que présente son intéressant Essai.

M. *Deladrier*, répondant à M. *Greindl*, s'exprime comme suit :

Je remercie vivement M. *Greindl* d'avoir bien voulu s'associer à la discussion de la Carte tectonique.

Je reprendrai point par point, à la séance prochaine, ses arguments et tâcherai de les réfuter.

Mais qu'on me permette de rappeler ici qu'à propos de l'hydrologie de la Belgique, j'ai dit dans la note antérieure :

« Nous voulons dire aussi un mot de l'allure très générale — hâtons-nous de le dire — de nos rivières. Pour la plupart d'entre elles, la même direction que celle des failles est manifeste. Loin de nous l'idée d'affirmer que chaque rivière s'est jetée, pour s'écouler, dans une cassure du terrain, où elle aurait ainsi trouvé un chemin tout tracé. »

On le voit, nous bornons à constater que l'allure des rivières est bien semblable à l'allure des fractures et que leurs directions sont le plus souvent identiques.

Nous n'avons pas encore eu suffisamment de loisirs pour rassembler de nombreux matériaux à ce sujet en vue de trancher nettement la question.

Mais les faits sont là, et l'on ne peut se défendre, en voyant les deux croquis, d'y retrouver les mêmes directions.

Des collègues m'avaient déjà objecté que le Quaternaire et le Tertiaire où coulent nos rivières du Nord ne peuvent être morcelés par les failles comme le reste du pays.

Mais n'oublions pas que la répercussion de ce qui se passe dans le sous-sol remonte bien haut, et chaque jour, ne pouvons-nous pas suivre dans nos rues les dislocations du pavage superficiel répondant parfaitement à un affaissement, une rupture de tuyaux ou tout autre accident souterrain ?

De même, les fractures intéressant les terrains anciens peuvent, selon nous, affecter leurs couvertures suivant les mêmes lignes, et le Nord comme le Sud doit être recoupé par les fractures suivant notre réseau.

D'ailleurs, cette persistance des terrains supérieurs à se fendre suivant les mêmes directions et à reproduire le dessin des fractures souterraines est un fait parfaitement constaté et qui a été étudié par nombre de géologues, Lory par exemple.

Finissons en rappelant que nous ne sommes pas le seul à émettre cette idée que le rôle des lithoclasses est important dans le tracé initial des vallées.

Ainsi que nous l'avons rappelé dans notre dernière note, d'Omalius, Dumont, Daubrée et Houzeau même avaient conclu, dans bien des cas, d'une façon identique.

Et parmi nous, il est de nos éminents collègues, M. Van den Broeck entre autres, pour le Démer, et M. Simoens, pour la Senne, qui trouvent des fractures évidentes le long de ces vallées.

M. *Van den Broeck*, tout en regrettant que sa très faible compétence en matière de tectonique l'empêche de prendre une part active au débat, s'y trouve directement mêlé par le fait que son nom vient d'être cité à l'appui d'une opinion mettant en relation nos rivières et les failles du sol belge. Il se croit donc obligé d'exprimer brièvement sa manière de voir sur le sujet qui nous occupe.

Pour lui, la thèse de MM. Cornet et Greindl, d'après laquelle la disposition et les allures de nos cours d'eau de la moyenne et de la basse Belgique auraient, en général, des causes *exclusivement externes*, est parfaitement fondée. Telle est bien la règle générale, et le réseau actuel des rivières précitées représenté par la figure 1 du travail de M. Deladrier est dû, M. Van den Broeck en est convaincu, à des causes de topographie externe antérieures et à la lente évolution de ces sillons, peut-être parfois secondées par des mouvements multiséculaires du sol. Comme le montre M. Cornet, on peut aisément, et sans faire appel à aucun faillage ou dislocation du sous-sol, retrouver les rivières conséquentes et subséquentes des diverses phases du phénomène d'ablation et de dénudation. Mais si telle est la règle générale, rien ne s'oppose à ce que dans des cas particuliers (comme M. Van den Broeck est persuadé qu'en fournissent le Démer et peut-être certains de ses affluents Nord-Sud), la dénivellation positive due à une faille mettant « en présence latérale » des terrains de consistance différente, constitue une région de thalweg commode ayant pu être utilisée pour l'écoulement des eaux courantes. La question de la faille de la Senne n'est nullement résolue parce qu'il est reconnu aujourd'hui que la vallée ne coïncide pas, comme on le croyait autrefois, avec une dénivellation générale, sur les deux rives de la Senne, de la succession de nos terrains tertiaires. Il peut y avoir faille sans dénivellation *actuelle* sensible, et il reste toujours, en faveur de l'hypothèse d'une faille en coïncidence avec la vallée de la Senne, l'argument, secondaire il est vrai, mais non sans valeur, de la coïncidence de simultanéité d'assez nombreux tremblements de terre spécialement constatés le long de la ligne Bruxelles-Malines-Anvers.

Quoi qu'il en soit, il serait aussi prématuré de nier la possibilité de coïncidence de certaines de nos vallées avec des lignes de fractures, qu'il serait peu raisonnable de nier la très grande généralité et le bien fondé de la thèse des causes purement externes, défendue par MM. Cornet et Greindl.

Il est à remarquer d'ailleurs que dans la thèse de M. Deladrier, le problème qui précède ne constitue qu'un point accessoire ou secondaire,

dont la mise au point — même si elle lui était complètement défavorable — n'influerait nullement sur la question principale.

Celle-ci réclame un examen contradictoire approfondi, que M. Van den Broeck laissera à de plus compétents le soin d'aborder.

M. *Lejeune de Schiervel*, après avoir félicité M. Deladrier de sa conférence si intéressante à tous égards, présente quelques observations :

M. Deladrier ne fait, au point de vue des failles, aucune distinction précise ; il met sur le même pied les failles si nombreuses de l'Ardenne et celles du Tertiaire et du terrain houiller de la Campine. Ces deux catégories d'accidents tectoniques sont toutefois bien distinctes. Nous voyons les failles ardennaises suivre pas à pas la direction des plis dont elles sont pour ainsi dire l'exagération. Leur remplissage est généralement nul. Dans les exploitations charbonnières, où leur présence est si gênante et où les travaux les ont suivies jusqu'à de grandes profondeurs, elles montrent toutes la même allure avec pied Sud, tendant en profondeur vers la plateure et provoquant souvent des transports très importants, sauf dans les environs de Liège. Là, quelques failles sont transverses et coupent l'axe du bassin, mais les failles de ce type sont toutefois rares dans la partie Sud du pays. Dans la partie Nord de celui-ci, les terrains tertiaires sont hachés par des failles souvent très nombreuses, mais jamais de grande importance : ces accidents sont presque verticaux. Quant aux terrains primaires et surtout le terrain houiller, ceux-ci sont certainement affectés de failles du même type, mais il est impossible, à l'heure actuelle, de fixer leur allure ou leur direction, leur importance et leur nombre. Il ne paraît pas rationnel de ne point *distinguer* ces deux catégories de failles si différentes l'une de l'autre : d'un côté les failles de plissement et à chevauchement, de l'autre les failles d'effondrement direct. Théoriquement, il est difficile de concevoir les failles de notre Ardenne, issues toutes d'une même cause comme formant un système réticulaire à angle plus ou moins constant. Par contre, il est facile de voir qu'un système de failles d'effondrement direct formera un réseau très compliqué, où les différents accidents se couperont de façon à figurer un damier, mais les angles seront essentiellement variables puisque, en somme, dans le cas d'un effondrement direct, les fractures ne sont sollicitées à se produire que suivant le plus ou moins de résistance des terrains et non suivant certaines directions principales.

L'examen de la Carte tectonique de M. Deladrier ne donne point, dans la partie ardennaise, la figuration d'un réseau de cassures, sauf

peut-être dans la région de Philippeville, où, comme partout, les failles proprement dites sont parallèles aux plis, tandis que les filons leur sont presque perpendiculaires. De là naît une apparence réticulaire dans cette région; mais il semble bien hardi d'assimiler, au point de vue tectonique, les failles proprement dites aux *filons* de Philippeville. Ces filons sont, en effet, peu importants, ne provoquent pour ainsi dire aucun rejet et ne sont apparents que là où ils sont minéralisés au passage du calcaire.

De plus, leur âge n'est pas déterminé et paraît sensiblement plus récent que celui des failles.

Quant à la partie Nord du pays dans le bassin houiller de la Campine, les failles ne sont point encore assez connues pour pouvoir en faire une étude d'ensemble.

Une autre partie du travail de M. Deladrier parle d'une influence des accidents tectoniques sur les cours d'eau. Ce point, s'il était exact, serait d'une importance capitale; mais, jusqu'ici, on ne voit en Belgique aucun cours d'eau suivre une faille nettement reconnue.

La Meuse, depuis Givet jusqu'à Namur, coule Nord-Sud, et loin de suivre la direction des failles, en rencontre de très nombreuses suivant la perpendiculaire à leur direction; on admet aussi fréquemment que la Senne suit une faille; or, dans la prochaine séance, M. Lejeune compte montrer par un travail, fait en collaboration avec M. Fr. Halet, qu'aucun fait ne peut attester ou même faire soupçonner qu'il existe réellement un accident de cette nature. En admettant que cette faille existe et qu'elle intéresse les terrains primaires, pour avoir une influence sur la vallée de la Senne, il faut qu'elle ait sa répercussion dans les terrains tertiaires; ceux-ci, étant facilement abordables aux études de levés, nous auraient certainement montré l'existence de cet accident tectonique. Une faille étant une anomalie, souvent très fréquente, mais une anomalie malgré tout, on ne peut tracer une faille sur une carte que quand on en a des preuves plus ou moins péremptoires.

M. *Deladrier* est d'accord avec M. Lejeune de Schiervel en ce qui concerne les failles plus facilement relevables de Jemelle et de Philippeville, mais il fait observer que là précisément où les fractures sont bien visibles, elles affectent admirablement des parallélogrammes. On conçoit, dès lors, que partout ailleurs, — sauf déviations, etc., — on pourra retrouver le réseau au fur et à mesure que les recherches de fractures se feront plus facilement.

M. *Arctowski* constate avec plaisir que l'on commence à s'intéresser

à la répartition et à la direction des cours d'eau, et il est heureux de voir que la Société a mis cette question à l'ordre du jour de ses séances; il espère que l'on s'occupera activement de cette étude et que l'on profitera spécialement des travaux américains publiés sur ce sujet.

M. le *Secrétaire général*, dans cet ordre d'idées, signale qu'il a reçu, de M. le Prof^r *Ch. Barrois*, une lettre félicitant la Société d'avoir ouvert cette discussion, qui paraît devoir ouvrir à la Géologie belge des horizons presque complètement inexplorés chez nous jusqu'ici.

M. *Stainier* expose qu'il a été frappé de ce que, dans son travail, M. Deladrier déplore que nos cartes géologiques ne renseignent pas, par des signes spéciaux, les synclinaux et anticlinaux. Il fait observer que la Carte géologique a été faite pour des gens compétents et que, dans ces conditions, la connaissance des synclinaux et des anticlinaux, formant une série de bassins parallèles, très réguliers, dans la Haute-Belgique, ressort clairement de la lecture même de la Carte.

Il présente ensuite quelques observations sur le travail de M. Deladrier. Vu l'importance du sujet traité, il croit préférable de réserver pour une communication spéciale, avec preuves à l'appui, les différentes observations que lui a suggérées la lecture de l'intéressante étude de M. Deladrier.

M. *Deladrier* fait remarquer, pour ce qui concerne la notation graphique des synclinaux et des anticlinaux, qu'une simple indication, une petite flèche ne prenant que fort peu de place, eût épargné au géologue l'ennui de devoir accoupler toute une série de cartes pour suivre sans erreur les axes anticlinaux et synclinaux.

M. Deladrier rencontre ensuite brièvement certaines des observations faites par M. *Stainier*, au sujet de la distinction à établir entre les failles et les diaclases et filons.

Il reconnaît que certes des cas particuliers peuvent ne pas s'harmoniser avec ses théories; mais il lui paraît que la majorité des faits lui donne raison.

M. *Mathieu* attire l'attention de l'Assemblée sur l'utilité qu'il y aurait à s'entendre, au préalable, sur la terminologie à employer, de manière à éviter toute confusion dans l'importante discussion qui paraît devoir s'ouvrir sur cette belle question de la tectonique belge. Il paraît y avoir notamment sur la valeur et sur le rôle tectonique des éléments : failles, diaclases et filons, certaines divergences d'appréciations qu'il conviendrait d'éclaircir.

A ce sujet, M. *Deladrier* répond que dans le travail qu'il a présenté, il

a englobé dans le mot faille, qui est d'allure générale, toute fracture tectonique, filons, dia- et paraclases. Il est évident que pour des recherches particulières, on doit s'entendre sur cette terminologie, d'ailleurs parfaitement déterminée. Aussi avait-il dit dans son essai : « Quant aux failles, parmi lesquelles nous englobons *provisoirement* », etc.

La suite de cette discussion est reportée à la prochaine séance.

La communication suivante annoncée à l'ordre du jour est celle de M. P. Halet sur une *Découverte intéressante aux travaux de la Dyle à Malines*.

L'auteur s'étant excusé de ne pouvoir assister à la réunion, M. Lejeune de Schiervel, secrétaire, donne lecture de sa communication, dont le titre a été modifié comme il suit :

Sur le gisement de la pirogue découverte dans la vallée de la Dyle, à Malines, par F. HALET, ingénieur agronome, Membre de la Commission géologique de Belgique.

Dans le *National* du 11 avril 1904, on pouvait lire sous l'entête « Découverte d'une barque ensevelie à Malines », la note suivante : « Les terrassiers occupés aux travaux d'amélioration du régime de la Dyle ont mis au jour, dans les prairies du Neckerspoel, une barque ancienne faite d'un tronc de chêne évidé. La pirogue a 4 mètres de long et se trouvait sous une couche de 4 à 5 mètres de terre. »

Une note insérée dans l'*Indépendance* du 12 avril relatait la même découverte avec le complément suivant : « Il est intéressant de rapprocher cette trouvaille de celle faite récemment aux environs de Bruges. On sait, en effet, que les travaux maritimes ont mis au jour un bateau frison du VI^e siècle, acquis par la Société d'archéologie de Bruges. »

Ce qui nous avait surtout frappé dans la première note, était la profondeur à laquelle la barque aurait été découverte, soit sous 4 à 5 mètres de terre.

En examinant la Carte géologique de Boom-Malines, levée par M. M. Mourlon, un sondage effectué, pour les levés de cette feuille, au bord de la Dyle, mais sur la rive opposée, au point en question, renseigne les couches suivantes :

Alm. Alluvions modernes 2^m20.

Q4. Sable flandrien 1 mètre.

Donc, d'après les résultats de ce sondage, la barque, étant à 5 mètres de profondeur, devait se trouver ensevelie dans le sable flandrien. Ce point demandait confirmation; à cet effet, nous nous sommes rendu à Malines pour vérifier l'emplacement et le gisement exact de la découverte.

Les travaux en question ont pour but de faire dériver une partie des eaux de la Dyle en amont de la ville et de les faire rentrer dans le cours de la rivière en aval, en vue de diminuer la quantité d'eau qui passe par la ville de Malines et qui cause chaque année de fortes inondations. Les travaux sont effectués en ce moment au faubourg de Neckerspoel, au pont de Vantellert, au point où la dérivation prend naissance en amont de Malines. Actuellement, un grand canal est déjà creusé, ayant une largeur de 40 mètres et une profondeur de 3 à 4 mètres.

Sur le talus oriental des déblais, nous relevons la coupe suivante :

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Argile brunâtre et grisâtre avec coquilles lacustres. | 1 ^m ,30 |
| 2. Argile sableuse avec un niveau d'argile plastique bleuâtre à la base contenant des débris de végétaux | 1 ^m ,50 |
| 3. Sable quartzeux gris blanchâtre légèrement glauconifère, à stratifications fluviales, avec parties limoneuses par places | 1 ^m ,50 à 2 m. |
| 4. A la base du sable (3) se trouve un niveau composé de sable graveleux, de petits cailloux de quartz et de silex roulés avec morceaux de bois tourbeux plus ou moins roulés, ayant une épaisseur de. | 0 ^m ,50 |
| 5. Sable gris demi-fin entamé sur | 0 ^m ,30 |

Quant à la détermination des éléments de la coupe, on peut rapporter la couche 1 aux alluvions d'inondation, les couches 2, 3 et 4 aux alluvions modernes, la couche 5 au sable flandrien marin (q4 de la légende).

C'est le niveau 4 qui est le vrai niveau archéologique et qui représente stratigraphiquement le niveau de la *tourbe*, qui manque ici parce que nous nous trouvons en plein milieu fluvial; c'est à ce dernier niveau que la barque a été découverte, donc, d'après la coupe, à une profondeur d'environ 4^m50. Elle est faite d'une seule pièce, en bois de chêne, et mesure 8 mètres de long et 80 centimètres de large. Elle a été découverte contre le talus oriental du déblai; à côté de la barque se

trouvaient de nombreux pilotis enfoncés dans les sables, qui sont les restes d'une ancienne habitation lacustre.

Au même niveau ont été découverts de nombreux ossements de chevaux, de cochons et de chiens, ainsi que des morceaux de poteries et de fer, qui seront transférés au Musée du Cinquantenaire.

Les recherches continuent du reste ; on vient de nous rapporter que l'on a découvert des ossements humains.

Tous ces restes sont les témoins de l'existence d'une palafitte du dernier âge du fer, correspondant à l'époque gauloise ou préromaine.

M. A. Rutot dit qu'il suit avec attention les travaux qui font l'objet de la note de M. F. Halet, car, étant donnée la série des trouvailles qui s'y effectuent, il semble que l'on se trouve en présence d'une des plus intéressantes découvertes archéologiques qui aient été faites depuis longtemps.

Au point de vue géologique, ces travaux du Neckerspoel ne sont pas moins importants, car, pour la première fois, ils permettent d'établir des subdivisions chronologiques dans les alluvions modernes, attendu que trois niveaux archéologiques y ont été reconnus.

L'inférieur est le gisement de la pirogue et de la palafitte ; un niveau moyen, compris dans les sables fluviaux, a donné des objets gallo-romains ; enfin, le supérieur, placé entre les alluvions argileuses du sommet et les sables fluviaux, a fourni des poteries du haut moyen âge (XII^e siècle).

Dans sa note, M. F. Halet reproduit un passage du journal quotidien *L'Indépendance belge* qui, parlant de la découverte de Malines, rappelle qu'un navire a été retrouvé récemment dans les travaux du canal maritime de Bruges et que cette embarcation aurait été datée du VI^e siècle.

M. A. Rutot contredit cette information.

En compagnie de M. le baron A. de Loë, conservateur aux Musées royaux des Arts décoratifs, il a étudié le gisement du bateau trouvé en 1899, au terminus du canal maritime à Bruges, alors qu'il était encore en place. Ainsi qu'il l'a dit dans son travail intitulé : *Sur les antiquités découvertes dans la partie belge de la plaine maritime et notamment sur celles recueillies à l'occasion du creusement du nouveau canal de Bruges à la mer* (1), M. Rutot a constaté que le bateau reposait directement sur le Panisélien supérieur, ou couche à *Cardita planicosta*, et

(1) *Mém. Soc. d'Anthropologie de Bruxelles*, t. XXI (1903).

qu'il était recouvert d'environ 5^m50 de sable, qui est l'alluvion marine supérieure du XII^e siècle (*alq* de la légende de la Carte géologique).

L'embarcation se trouvait à l'extrémité d'une crique creusée violemment par l'invasion marine (1) si désastreuse qui s'est produite en 1170 et était accompagnée de troncs d'arbres et de débris végétaux provenant du ravinement du banc de tourbe, base des alluvions modernes de la plaine maritime.

Le bateau, qui devait se trouver sur le littoral, a donc été emporté dans les terres par la violence des eaux et, dès lors, il date du XII^e siècle et non du VI^e siècle, comme on l'a dit.

A la demande de M. F. Halet, sa seconde communication à l'ordre du jour est remise à une prochaine séance.

M. le Secrétaire général donne ensuite lecture de la note suivante :

Sur la surveillance médicale du périmètre d'alimentation des sources vauclusiennes. Réponse à M. Putzeys, par M. LE COUPPEY DE LA FOREST, ingénieur des Améliorations agricoles, collaborateur de la Carte géologique de France.

Dans une note fort intéressante, lue à la Société belge de Géologie, le 14 juillet dernier, notre distingué collègue M. Putzeys m'a reproché d'avoir, dans une conférence faite à la Société des Sciences de l'Yonne, consacré en quelque sorte l'opération détestable qui consiste à mettre à contribution les sources vauclusiennes (2).

Les reproches de M. Putzeys portent principalement sur deux points de ma conférence : celui où je parle de travaux de protection qui, dans certains cas, permettent de conserver, dans d'excellentes conditions, des sources considérées comme mauvaises, et celui où je fais allusion à l'organisation future de la surveillance médicale dans tout le périmètre d'alimentation des sources (3).

Je regrette de n'avoir pu répondre plus tôt à cette note de M. Putzeys, mais j'étais absent d'Europe lorsqu'elle a paru, et à mon retour en

(1) Voir la figure 2 du travail précité, montrant la position du bateau par rapport au profond ravinement creusé dans la série des couches tertiaires, quaternaires et modernes de la Plaine maritime par l'invasion désastreuse du XII^e siècle.

(2) E. PUTZEYS, *Les sources vauclusiennes et les zones de protection*. (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XVII (1903), *Proc.-Verb.*, p. 381.)

(3) M. LE COUPPEY DE LA FOREST, *Méthode employée par la Ville de Paris pour l'étude des eaux de sources*. (BULL. DE LA SOC. DES SCIENCES DE L'YONNE, 1902, t. II, pp. 12 et 14.)

France, après cinq mois et demi de voyage, j'ai trouvé un tel arriéré de travaux que je n'ai pu les mettre à jour que progressivement.

Je regrette d'autant plus de n'avoir pu répondre plus tôt à M. Putzeys, que je partage d'une façon générale sa manière de voir.

Je suis loin, en effet, de considérer que les travaux de protection et l'organisation de la surveillance médicale puissent être suffisants dans tous les cas pour permettre à une ville de s'alimenter à une source vauclusienne donnée. C'est même un point que j'ai tenu à mettre en évidence dans cette conférence à laquelle M. Putzeys a bien voulu se reporter, car je dis textuellement dans mes conclusions :

« Si, au contraire, les causes de contamination sont trop graves et ne peuvent être conjurées, il ne faudra pas hésiter à rejeter la source considérée (1). »

Et cette affirmation de principes n'est pas une simple déclaration platonique, ainsi que le montrent les faits eux-mêmes qui ont précédé et suivi la conférence en question.

Cette conférence n'avait pas été faite à l'occasion des recherches effectuées au sujet de l'épidémie de fièvre typhoïde de la ville d'Auxerre de 1902, ainsi que le pense M. Putzeys, mais à l'occasion de travaux dont cette ville venait de me charger : elle avait pour but de bien préciser les conditions dans lesquelles je désirais effectuer ces études.

Auxerre avait été décimée quelques mois auparavant par une épidémie de fièvre typhoïde. Cette épidémie avait été occasionnée par certains travaux exécutés aux environs d'une galerie de captation qui constituait l'une des sources d'alimentation de la ville. Une expérience à la fluorescéine m'avait été demandée par le Comité départemental d'hygiène et m'avait permis de montrer la cause probable de l'épidémie (2).

La Ville d'Auxerre, désireuse d'améliorer son alimentation en eau potable, avait prié, d'une part, le Service des Ponts et Chaussées de l'Yonne de rechercher de nouvelles eaux et m'avait chargé, d'autre part, de faire l'étude hygiénique de ces eaux.

La presse locale s'étant occupée d'une façon ininterrompue de l'épidémie de fièvre typhoïde et des nouveaux projets d'eau, je crus bon d'indiquer dans une conférence les conditions dans lesquelles je comptais faire l'étude dont j'étais chargé et les qualités qu'il fallait, à

(1) M. LE COUPPEY DE LA FOREST, *loc. cit.*, p. 14.

(2) M. LE COUPPEY DE LA FOREST, *La fièvre typhoïde à Auxerre en 1902*. (REVUE D'HYGIÈNE ET DE POLICE SANITAIRE, t. XXIV (1902), p. 481.)

mes yeux, que les sources considérées eussent pour pouvoir être utilisées.

J'étais décidé à donner un avis défavorable si ces sources demandaient des travaux de protection ou de surveillance impossibles à réaliser d'une façon efficace pour Auxerre; cette ville ne compte, en effet, que 18 000 habitants et ne peut procéder à des travaux analogues à ceux que la ville de Paris a les moyens d'entreprendre.

C'est ce qui se passa du reste. Mes études me montrèrent que les eaux dont la captation était projetée, étaient exposées dans leur trajet souterrain à de nombreuses contaminations, du fait de l'homme, et cheminaient sous terre avec une vitesse exclusive de toute idée d'auto-épuration. Je conclus donc que ces eaux ne pourraient être employées sans épuration préalable (1).

Je dois ajouter que, après le dépôt de mon rapport, le Comité consultatif d'hygiène publique de France décida, le 25 mars 1903, que les eaux en question ne pourraient être utilisées qu'après filtration.

J'espère que l'exemple précédent montrera que je ne considère nullement la protection des sources et la surveillance médicale comme pouvant être organisées d'une façon suffisamment efficace *dans tous les cas*, et que je n'avais aucunement l'intention, en faisant la conférence incriminée, de consacrer d'une manière générale l'utilisation des sources vaucusiennes. Je n'avais qu'un but : montrer de combien de garanties réelles et efficaces il faut s'entourer dès qu'il s'agit d'eaux d'alimentation.

M. E. Putzeys, répondant à ce travail, s'exprime comme il suit :

Les sources vaucusiennes et les zones de protection.

Réponse à M. Le Couppey de la Forest, par E. PUTZEYS, ingénieur en chef des Travaux publics et du Service des eaux de la ville de Bruxelles.

En séance du 14 juillet 1903, j'ai signalé, dans une note sur *Les sources vaucusiennes et les zones de protection*, le danger de la tendance que j'ai pu reconnaître chez divers auteurs, à s'appuyer sur la

(1) M. LE COUPPEY DE LA FOREST, *Note sur les expériences à la fluorescéine et les recherches hydrologiques effectuées pour la ville d'Auxerre*. (BULL. DE LA SOC. DES SCIENCES DE L'YONNE, 1903, t. II, p. 132.)

méthode adoptée par la ville de Paris pour le choix et la préservation des eaux des sources qui concourent à son alimentation (1). J'ai dit que cette tendance à concevoir comme d'application générale ce qui a été admis dans des circonstances exceptionnelles, représente un véritable danger; que si Paris a pu admettre la dérivation de sources vaclusiennes, c'est là un exemple à ne pas suivre par les autres villes, qui ne peuvent pas, comme Paris, se prémunir contre les accidents que peut occasionner une telle pratique, et que si j'élevais la voix pour la condamner, c'était en me plaçant au point de vue exclusif de la Belgique, pays surpeuplé, dont les bassins sourciers sont soumis à des causes de contamination particulièrement redoutables lorsque le siège de l'élaboration des eaux est représenté par un calcaire rocheux.

M. Le Couppey de la Forest, dans sa note *Sur la surveillance médicale du périmètre d'alimentation des sources vaclusiennes*, déclare qu'il partage d'une façon générale ma manière de voir.

« Je suis loin, en effet, de considérer, dit-il, que les travaux de protection et l'organisation de la surveillance médicale puissent être suffisants dans tous les cas pour permettre à une ville de s'alimenter à une source vaclusienne donnée. C'est même un point que j'ai tenu à mettre en évidence dans cette conférence à laquelle M. Putzeys a bien voulu se reporter, car je dis textuellement dans mes conclusions : Si, au contraire, les causes de contamination sont trop graves et ne peuvent être conjurées, il ne faudra pas hésiter à rejeter la source considérée. »

Ce dernier paragraphe de la réponse du savant géologue est bien fait pour montrer que nous partons de points de vue absolument différents et qu'en réalité nous ne sommes pas du tout d'accord.

En disant que si les causes de contamination ne peuvent être conjurées, on ne doit pas hésiter à rejeter la source soumise à étude, M. Le Couppey de la Forest exprime une conclusion tellement élémentaire, tellement évidente en ce qui nous concerne, qu'elle serait faite pour nous surprendre si l'on ne se rappelait pas qu'elle procède des conditions toutes spéciales de l'étude des sources alimentant Paris, étude à laquelle il a pris une large part.

Je n'ai pas cru un instant que M. Le Couppey de la Forest pourrait conseiller l'emploi de sources vaclusiennes irrévocablement compromises; mais ce que M. Le Couppey a admis dans sa conférence et ce que

(1) E. PUTZEYS, *Les sources vaclusiennes et les zones de protection*. (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XVII, 1903; *Proc.-Verb.*, p. 381.)

sa note exprime encore aujourd'hui aussi bien par son titre que par son texte, c'est que d'une source vaclusienne on peut faire une source convenable pour l'alimentation; c'est cette conclusion, qui cadre du reste avec la méthode adoptée par la ville de Paris, qui menace de faire partie des programmes de recherches d'eau potable; c'est contre elle que je m'insurge, c'est elle que je déclare inadmissible pour la Belgique.

Ce qui montre combien notre manière de voir est opposée, c'est que, tandis que M. Le Couppey déclare : « Je suis loin de considérer que les travaux de protection et l'organisation de la surveillance médicale puissent être suffisants *dans tous les cas* pour permettre à une ville de s'alimenter à une source vaclusienne donnée », je fais de mon côté la profession de foi suivante : Je suis d'avis qu'étant donnée une source vaclusienne EN BELGIQUE, EN AUCUN CAS les travaux de protection et l'organisation médicale n'autoriseront sa dérivation pour l'alimentation d'une ville.

Telle est la position bien nette que j'ai prise. Autant il serait peu admissible que, sans rien connaître des environs d'Auxerre, par exemple (dont l'alimentation était le motif de la conférence de M. Le Couppey de la Forest), je m'érigeasse en juge de la qualité des eaux qui peuvent y être captées, — et je déclare à priori, parce qu'une source soumise à étude est vaclusienne, qu'il faut l'abandonner, sans me soucier de savoir si son bassin hydrographique est désert ou habité, — autant je pense ne pas être contredit lorsque je dis qu'il n'est pas, dans toute la Belgique, une source vaclusienne dont le bassin ne comporte soit un village, soit une ferme, soit des champs, et dont l'existence ne soit le synonyme de danger.

C'est donc à bon droit que, parlant pour la Belgique et rien que pour la Belgique, qui présente une densité de population à laquelle aucun pays n'est comparable en Europe, j'ai signalé l'imprudence qu'il y a d'interpréter pour un autre milieu que celui où elle a surgi, l'opinion qu'on s'est faite à Paris des sources vaclusiennes et des moyens à mettre en œuvre pour les rendre acceptables.

L'énorme développement des terrains calcaires en France justifie peut-être la propagande de la méthode employée par la ville de Paris pour l'étude des eaux de sources, méthode qui enseigne la façon dont on se rend compte de la perméabilité des lits de ruisseau, dont on relève les abîmes ou les bétouilles, où les eaux de pluie et de ruissellement peuvent disparaître; ce relevé étant fait, cette même méthode indique comment on procède aux expériences de coloration à l'aide

de fluorescéine et d'ensemencement à l'aide de levure de bière.

C'est donc peut-être la bonne parole que de savants géologues peuvent répandre lorsque des exposés tels que celui de M. Le Couppey de la Forest sont faits dans un vaste pays qui, comme la France, peuvent encore posséder, en zones calcaires, des bassins sourciers complètement inhabités où se rencontrent des sources vauclusiennes, non compromettantes par ce fait d'inhabitation. Mais ce même exposé, fait en Belgique, et surtout écouté avec toute l'attention que lui mérite l'expérience de son auteur, doit être considéré comme éminemment dangereux, parce que, je le répète, il consacre la détestable opération qui consiste à utiliser les sources vauclusiennes pour l'alimentation.

Que M. Le Couppey de la Forest me permette de lui faire observer que dans une contrée habitée, la source vauclusienne, même amendée, peut être encore détestable; parce que si les recherches ont pu mettre en lumière les plaies visibles, elles sont impuissantes à dévoiler les plaies invisibles du calcaire, et que ces plaies peuvent brusquement, sans avertissement, devenir purulentes.

Ne suffit-il pas de rappeler cet étrange laboratoire de recherches constitué par les closets du haras de Villechétive — où une projection de fluorescéine amena la coloration de la source du Miroir — pour montrer combien pourrait être vaine la recherche que l'on ferait des points dangereux?

Ceci étant dit pour les régions habitées, on peut admettre, quand il s'agit d'une contrée inhabitée, que le comblement des bétouilles pourra supprimer les troubles apparaissant à la suite de pluies copieuses. C'est là un résultat que l'on pourrait appeler de pure esthétique; l'eau se montrera plus limpide, mais c'est en réalité chose assez indifférente pour la santé publique. Puisque la contrée d'où provient l'eau est inhabitée, ce n'est pas le trouble temporaire que l'on observerait dans l'eau qui pourrait représenter autre chose que l'inconvénient d'une lourdeur d'estomac chez ceux qui la boivent. Quelle que soit l'importance du trouble, il sera incapable d'avoir comme conclusion un seul cas de fièvre typhoïde.

En fait donc, si les bassins sont habités, le remède ne donnera qu'une fausse sécurité, et si le bassin est inhabité, point n'est besoin d'une surveillance médicale.

M. *Deladrier* fait ensuite connaître, en ces termes, les résultats des découvertes et explorations sommaires d'une grotte et d'eaux souterraines aux environs d'Éprave :

Recherches souterraines aux environs d'Éprave,
par ÉMILE DELADRIER, docteur en sciences.

Découverte d'une grotte, qu'annonçait l'ordre du jour, est certainement pompeux, surtout lorsqu'il s'agit des environs d'Éprave, où la Lesse et la Lomme se sont accouplées pour créer une région minée par des cavernes mystérieuses.

Quoi qu'il en soit, les visites souterraines que j'ai faites là-bas sont assez intéressantes, et je me permettrai de narrer ici brièvement ce que j'ai vu.

Tout d'abord, j'ai refait en détail la visite de la grotte d'Éprave, bien connue (1) : il est inutile d'en parler ici ; l'an dernier encore, MM. Van den Broeck et Rahir l'ont visitée dans tous ses recoins avec le maître spéléologue Martel. Qu'il me soit permis de signaler la découverte, faite il y a près d'un demi-siècle déjà, dans cette grotte, d'un petit Christ en airain d'une grande beauté, qui semble remonter au III^e siècle de notre ère et qu'il m'a été loisible de voir chez un habitant d'Éprave.

Je ne crois pas qu'il ait été décrit et me réserve d'examiner la chose. Je tiens à signaler aussi la présence, au sommet de la montagne de la grotte d'Éprave, de blocs de rochers à fluorine, qui pourraient bien être les points de repère d'une ligne de fracture partant d'Ave-et-Auffe (filons de barytine et de fluorine) et rejoignant les dislocations de Jemelle selon les directions de notre réseau (2).

Après la visite traditionnelle au point de résurgence de la Lomme au pied de la grotte d'Éprave et qui est un des cours les plus pittoresques et les plus mystérieux de notre Ardenne, un de mes camarades — l'ingénieur Choquet — et moi, nous sommes partis vers le bois de Waermont, en face de Noulaity et non loin de la grotte d'Éprave.

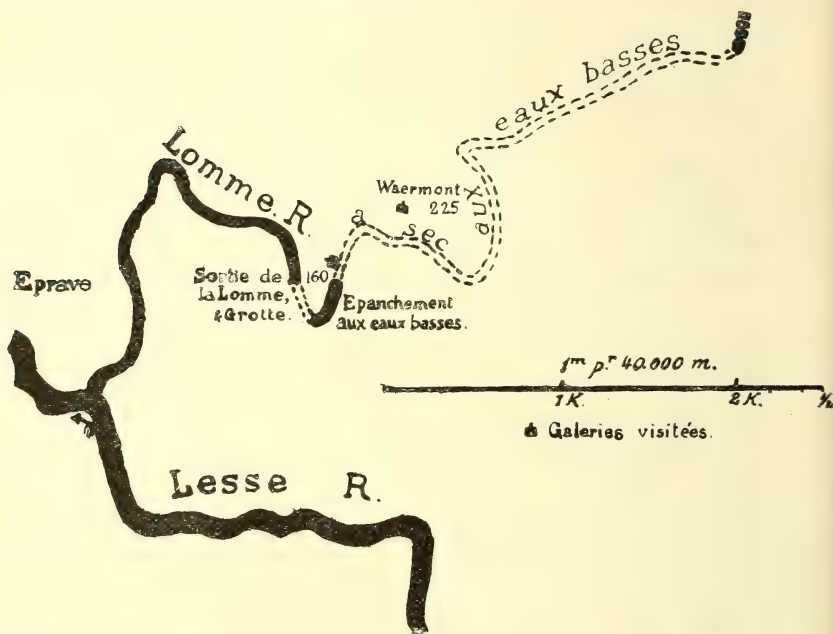
Arrivés à la cote 200 environ, par une montée très raide, nous parvinmes à une ouverture étroite, par laquelle nous avons pénétré dans la montagne.

Au bout d'une dizaine de mètres de faible descente, où il fallait ramper, nous sommes arrivés dans une petite salle, où des braconniers et des maraudeurs étaient certainement déjà entrés.

(1) Je tiens à remercier ici MM. Guérit et de Marneffe, qui se sont mis d'une façon charmante à notre disposition pour la visite de la grotte d'Éprave.

(2) Voir Mémoires, pl. III : *Carte tectonique*, avril 1904.

Cette grande crevasse nous conduit, par une pente raide, à une galerie de 10 mètres de hauteur environ, large de 3 mètres, et qui est garnie d'assez belles concrétions calcaires dans la voûte. Celles du sol ou à portée de la main semblent avoir été cassées et enlevées, et leurs bases, marquant d'une tache blanche la blessure faite, se cicatrisent lentement, laissant voir les stalagmites qui se reforment sous le suintement régulier des parois supérieures.



Encore une brusque descente presque verticale et nous sommes, semble-t-il, au fond des galeries : ici une eau limpide et claire occupe tout un coin ; pas de courant visible, mais on voit sur les parois du roc de fortes érosions, indices de variations de niveau de cette nappe souterraine.

De cette petite salle, on en aperçoit une autre à 5-6 mètres, mais il est impossible d'y monter sans échelle.

Nous avons, sans encombre, pu regagner le jour, glissant souvent sur le sol argileux et détrempé des galeries.

Il nous restait à visiter la crevasse que nous avons devinée dans le flanc de la montagne, non loin de la grotte d'Éprave.

Cette montagne (cote 180 mètres) est presque à pic, et lorsque les eaux ne sont pas trop basses, la Lomme coule à ses pieds. Toutefois,

malgré la raideur de la côte, il y a moyen d'arriver sans trop d'ennuis à l'entrée de la galerie.

Primitivement, il n'y avait là que trois trous de blaireaux, semblait-il, que mon ami Choquet et moi avions remarqués tout en chassant.

Mais il nous vint l'idée qu'il pourrait y avoir autre chose qu'un simple terrier, car en y jetant des pierres, on les entendait rouler assez longtemps. Et un jour, on attaqua l'entrée des terriers et nous eûmes bientôt une ouverture suffisante pour nous y glisser.

Tous deux attachés par la ceinture à une corde liée à un petit chêne qui poussait sur le flanc abrupt de la montagne, nous sommes entrés l'un derrière l'autre dans les terriers, les mains en avant comme pour plonger et le corps allongé : la descente était très raide et difficile, car nous avions une lanterne à acétylène que nous tenions devant nous et qui faisait fuir les chauves-souris éblouies et à moitié écrasées entre nous et la paroi du roc. Au bout de quelques mètres, la crevasse s'élève et l'on peut, en suivant la courbe de celle-ci, se tenir à peu près debout.

Après un étranglement des parois, où le passage devient très difficile, nous sommes arrivés à un élargissement du conduit qui semble continuer dans la montagne, mais par une ouverture très étroite.

Une pierre détachée de la paroi et roulant devant nous, nous mit en garde, car elle venait de tomber dans l'eau avec le bruit particulièrement sourd des nappes souterraines. Nous nous sommes arrêtés là, étendus, l'un éclairant, l'autre frappant, dans une position presque verticale. Nous avons essayé d'ouvrir le conduit qui se trouvait sous nous. Ce conduit est une sorte de chanoir souterrain étroit, profond de 3 ou 4 mètres, où il y avait 6 pieds d'eau environ la première fois que nous y sommes entrés, et guère plus de 70 centimètres la seconde fois, à quinze jours d'intervalle.

Les coups que nous portions sur les parois de ce puits résonnaient étrangement, et nous nous sommes aperçus que nous nous trouvions probablement sur une sorte de pont d'argile durcie, peut-être soutenu par une voûte inférieure recouvrant la nappe d'eau, ou par une colonne stalactitique. Bref, en dépit des coups redoublés qui faisaient pourtant chaque fois tomber dans l'eau des paquets de terre et de rocs, nous n'avons pas encore pu découvrir s'il s'agit bien — comme je le pense — d'une salle souterraine avec nappes, dont on ne peut voir qu'une cheminée. Je compte y retourner bientôt avec des détonateurs au fulminate et d'autres explosifs. Peut-être pourrons-nous voir alors que les eaux souterraines des galeries de Waermont et de cette

dernière sont des points de communication de la « Lomme perdue », et cette recherche pourrait aider un jour à découvrir le trajet caché de cette rivière si mystérieuse.

M. A. Rutot présente à ses confrères quatre photographies d'un abîme situé dans la Rhodesia (Sud de l'Afrique).

Ces photographies montrent que les phénomènes de la circulation des eaux dans les calcaires se font, dans ces régions lointaines, de la même façon que dans nos pays d'Europe.

La première vue montre l'ouverture circulaire de l'abîme s'ouvrant dans la plaine couverte de végétation.

Une seconde vue, prise au bas de l'abîme, montre d'une part la grande hauteur et la forme cylindrique de l'excavation, et la présence d'un lac souterrain qui s'enfonce sous une vaste caverne.

On ne descend pas directement dans l'abîme par l'effondrement principal, mais on y pénètre par un aiguillage, ou galerie secondaire inclinée, partant du plateau et aboutissant au fond.

Une photographie prise d'une barque voguant sur le lac souterrain rend très bien compte de cette disposition.

Enfin, une quatrième photographie, prise au pied de la galerie inclinée, montre la grandeur de la caverne et du lac souterrain.

La même région renferme également des ruines imposantes remontant à une haute antiquité et dont M. Rutot a pu voir de nombreuses photographies.

On suppose que cette région correspond à l'Ophir des anciens, et certains auteurs croient les ruines phéniciennes, les monuments ayant été construits par les chercheurs d'or de l'époque.

Il ne semble pas que l'origine des ruines ait pu être complètement élucidée, malgré les trouvailles intéressantes qui y ont été faites.

La séance est levée à 10 h. 30.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 17 MAI 1904

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

C. EG. BERTRAND. — **Les coprolithes de Bernissart. Première partie : Les coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons.** (Extrait de la *Revue critique de Paléozoologie*, 8^e année, n° 2, avril 1904, pp. 74-75.)

Au cours des fouilles faites à Bernissart pour l'extraction des grands Iguanodons, on a recueilli près de trois cents coprolithes appartenant à trois types différents, dont l'un, dominant (0.64 du nombre total des échantillons), avait été attribué à ces grands Vertébrés. L'analyse minutieuse de ces échantillons, tant au point de vue chimique qu'au point de vue de leur structure et de leur composition moléculaire, a révélé à M. Bertrand une série de faits, matériellement établis, qui lui permettent de poser très nettement les conclusions suivantes :

L'animal producteur de ces coprolithes était carnassier ; il épluchait sa nourriture sans la laisser traîner sur le sol ; il était de la taille d'un gros chien, et chez lui l'émission d'urine était distincte de celle du crottin ; il pullulait dans la région du célèbre gisement.

L'auteur en déduit qu'il faut exclure les herbivores, c'est-à-dire précisément les Iguanodons, ainsi que les animaux à dents écartées, tels que *Goniopholis* et *Bernissartia* ; que l'animal devait se dresser pour avoir la libre disposition de ses membres antérieurs, et que c'était, par conséquent, un Reptile Dinosaurien, à station bipède, à col mobile ou très long, s'alimentant bien plutôt de cadavres de Reptiles à peau nue que de proies vivantes.

A part l'alimentation, qui paraît avoir été franchement différente, ces conclusions ramènent presque le lecteur au point de départ, c'est-à-dire précisément à l'Iguanodon, attendu que, dans le gisement de Bernissart, on n'a trouvé jusqu'à présent aucun autre Dinosaurien répondant aux particularités biologiques que signale M. Bertrand. On se demanderait donc véritablement si l'alimentation herbivore, attribuée par M. Dollo aux Iguanodons, et corroborée par leur dentition, est bien réellement la leur, ou bien alors si cette masse de coprolithes recueillis dans le même gisement ne provient pas d'un autre animal dont, par une bizarre coïncidence, pas un seul squelette n'aurait été retrouvé (1).

ANALYSE DES DIX-SEPT PREMIERS MÉMOIRES DE LA NOUVELLE SÉRIE DES RAPPORTS DE LA COMMISSION AUTRICHIENNE DES TREMBLEMENTS DE TERRE, FONDÉE SOUS LES AUSPICES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE VIENNE (2), PAR **Eug. Lagrange**.

Prof^r Dr W. LASKA. — **Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg**. Mit 1 Tafel und 8 Textfiguren. (*K. Akad. d. Wiss. in Wien; Mitteil. d. Erdbeben-Kommission, Neue Folge*, n° 1.)

La station de Lemberg a été installée par le professeur Laska dans le milieu de l'année 1899, au mois de juin. Le compte rendu actuel se rapporte à l'intervalle de temps qui s'étend de cette époque à décembre 1900, avec quelques interruptions dues à des causes diverses. Les observations sont cependant à peu près continues pendant l'année 1900.

L'auteur consacre une courte notice à 51 sismes, d'intensité variable et d'origines diverses, relatifs à l'année 1899, et à 105 de l'année 1900. Quand nous disons de causes diverses, nous ne voulons pas dire par là

(1) M. L. Dollo a reconnu récemment la présence d'un Mégalosure à Bernissart et, comme toujours, celui-ci se montre plus petit et plus agile que les herbivores de la même époque.

(2) Voir, pour l'analyse des vingt et un mémoires de la première série, l'annexe de la séance du 10 mars 1901. (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XV, *Pr.-Verb.*, pp. 340-355; voir aussi le *Bulletin bibliographique* de la séance du 18 mars 1902, *Idem*, t. XVI, *Pr.-Verb.*, pp. 143-152.)

qu'elles soient autres que d'ordre tectonique ou volcanique proprement dit, mais bien que leur lieu d'origine est ou bien très éloigné du lieu d'observation, à quelques milliers de kilomètres seulement, ou même proche de la station. Les tracés eux-mêmes, comme nous l'avons fait remarquer souvent dans nos précédents comptes rendus, se chargent de renseigner sur ce point l'observateur, et les travaux de Milne lui ont permis d'établir une sorte de relation mathématique entre les durées des phases diverses d'un sisme et sa distance à l'observateur. Pour nos collègues que la question intéresse, nous nous permettrons de rappeler que dans une conférence (1) faite devant le Cercle polytechnique de l'Université de Bruxelles, nous avons extrait des données sismiques rassemblées par le professeur Milne et publiées par l'Association britannique, celles qui sont relatives au tremblement de terre ologique (nous commettons ici un néologisme) du 19 avril 1902, et cherché à mettre en évidence avec leur aide les lois énoncées par M. Milne. A titre explicatif, il y a donc peut-être pour eux intérêt à y jeter un coup d'œil.

Mais il est, dans la notice de M. le professeur Laska, un autre point qui nous a particulièrement intéressé. L'auteur fait précéder l'analyse dont nous avons parlé, de réflexions générales relatives aux formes graphiques des sismes inscrits à Lemberg; il en reproduit en même temps, dans une planche spéciale, les types principaux. Ce qui nous a frappé, c'est la complète ressemblance de caractère des types qu'il signale et de ceux observés à notre station d'Uccle pendant nos deux premières années d'observation; les causes de cette similitude sont évidemment multiples; tout d'abord, quel que soit le lieu du globe où l'on relève à l'aide du pendule horizontal un diagramme dû à un tremblement de terre plus ou moins éloigné, ce diagramme présente un certain nombre de phases en général identiques. Mais de même que le timbre d'un son se superpose à sa hauteur, de même ici des caractères secondaires spécifiques s'ajoutent aux caractères généraux. C'est le cas, par exemple, des effets produits par la nature géologique du sol où le sismomètre est établi, et dans le cas qui nous occupe, c'est là un des facteurs, nous paraît-il, auquel il faut rapporter l'aspect particulier des diagrammes. Un second est la sensibilité propre des pendules, un troisième la réalisation plus ou moins parfaite de l'image lumineuse, etc. Dans un travail en préparation, je me propose de relever plus

(1) *Le pendule et les petits mouvements du sol.* (REVUE DE L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES, mai 1903.)

complètement les causes de cet « accord » entre Lemberg et Uccle, en en recherchant les raisons. Quoi qu'il en soit, ce seul point donne le plus grand intérêt au travail de M. le professeur Laska.

EDM. v. MOJSISOVICS. — **Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben.** Mit 1 Tafel. (*K. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1901; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 2.)

M. Edm. Mojsisovics a pris la charge, comme nous l'avons dit, de donner un tableau d'ensemble des documents recueillis chaque année par les savants ayant la direction scientifique de chacun des districts sismiques de l'Autriche-Hongrie. Le trait saillant du tableau qu'il en a tracé pour l'année 1900 est la diminution importante de l'activité sismique (estimée tout au moins par les mouvements macrosismiques) dans les régions habituellement les plus agitées des Alpes. Il fait remarquer qu'il s'agit là d'un fait indéniable, et que l'on ne peut en accuser une moindre activité de la part des observateurs; au contraire, partout, c'est avec le plus grand zèle que les études ont été poursuivies; en fait, la moindre activité sismique constatée dans les régions alpines l'a été partout, et notamment sur les bords de l'Adriatique, dans le Steiermark, le Tyrol et la Carinthie. Mais dans la partie allemande de la Bohême, au contraire, on a pu constater en cette année 1900 une suractivité notoire, particulièrement dans l'Erzgebirge, dans cette région de Graslitz et de Brambach-Fleissen qui a déjà donné lieu à l'intéressant mémoire publié par M. l'ingénieur Uhlig et que nous avons analysé autrefois.

Trois nombres suffiront à caractériser le résultat général des observations : les années 1898, 1899, 1900 ont donné respectivement 209, 190, 169 macrosismes dans tout l'Empire.

La question de la variation dans le temps de l'activité sismique d'une région est une de celles évidemment que ce temps seul lui-même permettra d'établir, avant que ne puisse se présenter le problème de son origine. Dans ces derniers temps, depuis la publication du travail que nous analysons ici, les données rassemblées par M. J. Milne lui ont permis de faire un rapprochement intéressant entre les variations de position de l'axe du monde par rapport au globe et l'activité sismique mondiale.

Un article très suggestif de M. le professeur de Lapparent en exposait les résultats, complétés par ceux qu'a publiés M. Cancani dans un récent numéro de la *Nature* (16 avril 1904), sous la forme du petit tableau suivant :

Années.	Tremb. de terre violents.	Déplacement du pôle.
1895	9	0''53
1896	18	0''91
1897	44	1''07
1898	30	0''79
1899	27	0''72
1900	17	0''32
1901	22	0''53
1902	29	0''97

La marche comparée est frappante. Il s'agit ici, rappelons-le, de l'activité sismique mondiale. Nous ferons remarquer que le minimum constaté par M. von Mojsisovics dans les régions alpines s'accorde cependant entièrement avec lui. Il nous a paru utile de le constater.

La *Erdbeben-Kommission* a décidé d'installer en 1901, dans la mine de l'État à Pribram, un pendule horizontal, à la profondeur de 1100 mètres, en corrélation avec un appareil du même genre à la surface.

La direction scientifique des différents districts ayant subi quelques modifications, nous croyons utile de la signaler à nouveau :

I. <i>Basse Autriche.</i>	Prof ^r Dr FR. NOË.
II. <i>Haute Autriche.</i>	— H. COMMENDA (Linz).
III. <i>Salzbourg.</i>	— E. FUGGER (Salzbourg).
IV. <i>Steiermark.</i>	— R. HOERNES (Graz).
V. <i>Carinthie.</i>	— FR. VAPOTITSCH (Klagenfurt).
VI. <i>Carniole.</i>	— F. SEIDL (Görz).
VII. <i>Trieste.</i>	— E. MAZELLE (Trieste).
VIII. <i>Istrie.</i>	— AD. FAIDIGA (Trieste).
IX. <i>Dalmatie.</i>	— AL. BELAR (Laibach).
X. <i>Tyrol allemand.</i>	— J. SCHORN (Innsbrück).
XI. <i>Tyrol italien.</i>	— J. DAMIAN (Trient).
XII. <i>Bohême allemande.</i>	— V. UHLIG (Vienne).
XIII. <i>Bohême.</i>	— J. WOLDRICH (Prague).
XIV. <i>Silésie.</i>	— A. MAKOWSKY (Brünn).
XV. <i>Galicie.</i>	— L. SZAJNOCHA (Cracovie).
XVI. <i>Bukovine.</i>	Oberb. A. PAWLOWSKI (Czemowitz).

V. UHLIG. — **Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den deutschen Gebieten Böhmens.** Mit 5 Tafeln und 1 Textfigur. (*K. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1903; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 5.)

La partie allemande de la Bohême, c'est-à-dire la portion du plateau compris entre le Böhmerwald, les Sudètes et l'Erzgebirge qui se trouve au Sud de cette dernière chaîne, a été en 1900, au contraire des régions alpines, soumise à une agitation macrosismique intense, rappelant celle de 1897. (Voir au sujet de cette dernière les travaux de Becke, analysés dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie*.)

On a observé dans la région cinquante-deux jours à secousses plus ou moins énergiques; ce qu'il y a de plus remarquable dans l'ensemble des phénomènes, c'est que, comme en 1897, les secousses se sont réparties en deux essaims (*Bebenschwarm*), séparés par un intervalle de repos complet de six jours. Le premier s'étend du 1^{er} au 11 juillet 1900, le second du 17 juillet au 21 août; ce dernier a d'ailleurs été le plus important et tous deux se sont signalés par une marche croissante dans l'intensité, le passage par un maximum, suivi d'un décroissement progressif. En 1897, les choses s'étaient passées de la même manière, sauf que le dernier essaim de secousses avait été moindre que le premier; des bruits sourds souterrains (bruit du tonnerre, bruit du canon) accompagnaient aussi en 1900 les secousses les plus énergiques (V à VI, dans l'échelle Forel), mais on n'a cependant noté que deux fois des bruits sans secousses, tandis que dans le tremblement de terre de Grazlitz en 1897, environ soixante-dix phénomènes très caractéristiques de ce genre ont été enregistrés.

M. Uhlig montre aussi que deux épicentres séparés, ceux de Grazlitz et de Brambach, ont joué un rôle marqué en 1900; parfois les sismes enregistrés ont été simultanés et permettent de considérer les mouvements comme dus à des tremblements de relai (*Relaibebe*) ayant une cause première commune; d'autres fois, ils ont paru sans corrélation; d'autres fois, enfin, l'aire sismique totale était affectée, sans qu'il fût possible de déceler un épicentre bien caractéristique.

On se rappellera peut-être que M. Becke avait mis en évidence dans les phénomènes sismiques de Grazlitz, en 1897, l'existence de lignes géologiques de propagation, correspondant à des failles connues, notamment à celle qui limite à l'Ouest les granits de Neudeke. En 1900, l'action de ces failles s'est manifestée de la même manière dans la

région. Ceci montre une fois de plus l'importance de la fixation cartographique des grandes failles. Nous avons signalé antrefois, à propos de la construction de la station de l'Agrappe, les cartes allemandes consacrées à cet aspect de l'étude géologique des terrains.

Le mémoire de M. Uhlig est un bon document pour l'étude des corrélations géologico-sismiques et pour celle des bruits qui accompagnent les macrosismes.

P. FRANZ SCHWAB. — **Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1900.** (*Kais. Akad. der Wiss. in Wien*, 1901; *Mitteil. der Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 4.)

La petite notice du professeur Schwab ne contient rien de particulier à signaler, sauf peut-être les difficultés diverses qu'il a, comme en 1899, rencontrées pour obtenir des résultats convenables de l'emploi du pendule. Dans la région, on ne perçoit d'ailleurs presque jamais de mouvements sismiques sensibles. On a observé à Kremsmünster, comme à Uccle, des perturbations météorologiques presque continues au printemps et en automne.

ED. MAZELLE. — **Erdbebenstörungen zu Triest, im Jahre 1900.** (*Kais. Akad. d. Wisse. in Wien*, 1901; *Mittheil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 5.)

C'est un mémoire purement documentaire, faisant suite aux observations déjà publiées antérieurement (*Mittheil. d. Erdbeben-Kommission*, 1^{ste} Folge, nos 11 et 17). Les mouvements enregistrés au pendule horizontal sont au nombre de 146, avec un maximum en janvier et un second en juin.

J.-N. WOLDRICH. — **Das Nordostböhmisches Erbeben vom 10. Jänner 1901.** (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1901; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 6.)

L'étude très complète et fort intéressante que M. Woldrich consacre à ce tremblement de terre, qui, né dans l'Est de la Bohême, s'est étendu bien au delà de cette région, jusqu'en Saxe et en Silésie, est basée sur des documents extrêmement nombreux qui lui ont été fournis généreusement de divers côtés. Citons notamment M. Credner pour la Saxe, Frech pour la Silésie, Uhlig pour la Bohême allemande, Sturm pour la Silésie, etc. Aussi les résultats généraux obtenus sont-ils des plus importants à plusieurs points de vue; nous sommes ainsi engagé à dire quelques mots de certains d'entre eux, ne pouvant donner une idée, même en raccourci, du mémoire tout entier.

Le mémoire de M. Uhlig étudiait une série d'ébranlements dans l'Erzgebirge, limite Nord du plateau de la Bohême; il s'agit ici de la limite orientale formée par les monts Sudètes; parallèlement à l'axe de cette chaîne, donc dans la direction Nord-Ouest—Sud-Ouest, court le grand axe de la région épicertrique ayant environ 58 kilomètres de longueur et s'étendant de Schneekoppe à Reinerz (Silésie prussienne).

Le petit axe de l'ellipse a de 18 à 20 kilomètres de Trautenau à Wekelsdorf; dans cette zone épicertrique, les secousses ont atteint l'intensité 7 de l'échelle Rossi-Forel (agitation des habitations, fentes dans les murailles). Autour de cette zone elliptique primaire, l'auteur a pu tracer deux autres zones généralement concentriques, correspondant aux intensités 6-5 et 4-3 de l'échelle de Rossi-Forel; il est bien remarquable que les limites occidentales de ces zones sont très allongées dans la direction générale Nord-Ouest ou Sud-Ouest, qui est celle des grandes failles parallèles à l'axe même de la chaîne des Sudètes, dont l'existence a été mise en évidence par les travaux de F. Krejci. La plus importante est celle qui, commençant à Meissen en Saxe, parcourt une longueur de 22 milles géographiques par Liebenau, Klein-Skal et Rovensko jusque Jicin; c'est le long de cette ligne que le bord de l'Isergebirge a été relevé sur les dépôts crétacés et permien. M. Credner a lui-même attiré l'attention sur le prolongement de cette ligne en Saxe. Une seconde ligne, parallèle à celle-là, est celle qui de Reichenau s'étend par Landskron jusque Mährisch-Kroman. Il est manifeste que les mouvements se sont étendus de préférence le long de ces

grandes failles, mettant une fois de plus en évidence un fait signalé pour les premières fois par MM. Hoernes et Suess. Quant au phénomène initial, il est dû incontestablement à une dislocation dans la chaîne des Sudètes, sur le bord Nord-Est de l'arc de plissement médio-européen, désigné par Suess sous le nom d'arc de plissement variscinique, remontant au Carbonifère.

On a pu constater pendant la journée du 10 janvier 1901, et spécialement pendant les plus fortes secousses, une agitation tout anormale chez tous les animaux domestiques; un grand nombre d'entre eux l'ont manifestée plusieurs heures avant que les secousses n'eussent été ressenties.

R. HOERNES. — Erdbeben und Stosslinien Steiermarks.
(*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1902; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 7.)

Ce mémoire du Prof^r Hoernes présente un caractère purement historique; c'est une contribution, que le nom de son auteur tend à montrer comme définitive, à l'histoire des tremblements de terre dans le Steiermark (province autrichienne située au Nord et à l'Est de la Carinthie, entre celle-ci et l'Autriche proprement dite), ou, à proprement parler, à l'histoire des tremblements de terre dans les régions autrichiennes situées au Nord des Alpes. Il vient s'ajouter au travail de Suess sur l'histoire des sismes de la Basse-Autriche et à celui de Hofer pour la Carinthie, pour constituer un ensemble des plus importants. C'est un document précieux, dont l'analyse proprement dite n'a évidemment aucun intérêt pour le lecteur. Nous dirons seulement que les documents cités remontent à l'an 1000.

Dr W. LASKA. — Die Erdbeben Polens. Des historischen Theiles, I. Abtheilung. (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1902; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 8.)

C'est au même titre que nous nous contenterons de signaler ce nouveau travail du Prof^r Laska.

D^r W. LASKA. — Bericht über die Erdbeben-Beobachtungen in Lemberg, während des Jahres 1901. (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1902; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 9.)

Ce document est relatif à l'année 1901 et donne les indications principales sur 176 sismes (microsismes) relevés au pendule horizontal; nous relevons dans les quelques considérations générales dont l'auteur a fait précéder le compte rendu précédent, une indication au sujet d'un mode d'amortissement des oscillations du pendule, qui nous intéresse d'autant plus que nous avons tenté un dispositif analogue à Uccle. M. le Prof^r Laska a eu l'idée de suspendre, par un double fil mince, entre l'extrémité du pendule et un point fixe, un petit miroir. On a ainsi une véritable suspension bifilaire, permettant de mettre en évidence les plus faibles vibrations du pendule, comme celles qui sont dues aux épicentres peu éloignés. Le dispositif bifilaire tend à supprimer l'agitation sismique générale du pendule, par son amortissement. Nous avons, dans notre dispositif, remplacé le miroir par un petit fétu horizontal, dans le but d'amortir également les oscillations. L'auteur a adopté, dans la nomenclature des données du pendule, la classification classique Omori-Milne, que nous avons suivie également dans notre *Bulletin* de la station Solvay (Uccle).

Ed. v. MOJSISOVICS. — Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1901 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, mit 2 Kartenskizzen. (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1902; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 10.)

Nous avons déjà indiqué le rôle dévolu au président de la « Erdbeben-Kommission », rôle qui indique le sens dans lequel cet *Allgemeiner Bericht* est conçu. En 1901 comme en 1900, l'activité macrosismique générale a été moindre qu'en 1897, 1898 et 1899, comme en 1900 d'ailleurs, mais dans ce cas, la diminution s'est manifestée non seulement dans la région Sud-alpine, mais sur tout l'ensemble de l'Autriche-Hongrie.

Le nombre total des jours de sismes a été de 157 contre 169 en

1900. Notre observation relative à la valeur minima ou presque minima de l'écart moyen du pôle subsiste donc encore ici.

La station de Vienne n'a pu fonctionner encore cette année, le pendule qui lui est destiné ayant été laissé à la disposition du Prof^r Wiechert, de Göttingen. A la fin de 1902, au mois d'octobre, deux pendules de Wiechert devaient être installés à Pribram. On sait qu'ils le sont à l'heure où nous écrivons ces lignes.

Il ne nous paraît pas utile d'entrer dans plus de détails au sujet de cette revue générale des phénomènes macrosismiques en Autriche-Hongrie, en 1901. Les analyses des rapports particuliers nous permettent, en effet, de signaler les points d'un intérêt spécial.

ÉD. MAZELLE. — **Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlers'schen Horizontalpendel im Jahre 1901.** (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1902; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 11.)

Cette brochure documentaire donne une étude sommaire des cent quatre-vingt-sept sismes observés au pendule horizontal pendant l'année 1901.

Nous n'avons donc rien de particulier à en dire. L'auteur a ajouté en terminant quelques notes relatives à l'installation nouvelle d'un microsismographe de Vicentini pour mouvements verticaux et horizontaux, installation qui a été entièrement faite sous la direction du savant professeur italien.

P.-FRANZ SCHWAB. — **Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1901.** (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1902; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 12.)

C'est un résumé purement documentaire et relatif à quatre-vingt-cinq sismes.

R. HOERNES. — Das Erdbeben von Saloniki am 5. Juli 1902 und der Zusammenhang der makedonischen Beben mit den tektonischen Vorgängen in der Rhodopemasse (mit 1 Karte und 14 Textfiguren). (Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, 1902; Mitteil. d. Erdbeben-Kommission, Neue Folge, n° 13.)

Le 5 juillet 1902, un violent tremblement de terre ébranlait les environs de Salonique et Salonique elle-même. Les premières nouvelles laissaient pressentir des ravages comme ceux de Belluno en 1879, d'Agram en 1880, de Laibach en 1895. En réalité, il n'en était rien, bien heureusement, grâce surtout à la circonstance que l'épicentre se trouva à 20 kilomètres au Nord-Est de la ville, à l'endroit nommé Grozdovo, qui fut en grande partie complètement détruit.

Le travail que nous examinons ici est en quelque sorte le rapport officiel d'une mission dont l'Académie des sciences de Vienne chargea M. Hoernes à la première nouvelle de l'événement. C'est grâce aux investigations immédiates qu'il put entreprendre dans la région, avec l'appui le plus complet des autorités turques, que nous possédons aujourd'hui cette belle et complète étude sismique, où le rôle joué par la constitution géologique du pays se montre encore une fois au premier plan.

Le travail de M. le professeur Hoernes se divise en sept parties :

- 1° Premières données sur le tremblement de terre;
- 2° Instant du choc à Salonique;
- 3° Effets produits en divers lieux;
- 4° Mouvements précurseurs et consécutifs.

Les trois derniers chapitres (5°, 6° et 7°) sont consacrés à l'établissement de la nature tectonique du phénomène, à un historique des tremblements de terre macédoniens et, enfin, aux rapports du sisme avec les processus tectoniques du Rhodope. Nous nous attacherons principalement à cette dernière partie du mémoire, qui est la plus intéressante pour nos lecteurs.

Le sisme s'est produit le 5 juillet 1902, entre 4 h. 21 m. et 4 h. 24 m. de l'après-midi, temps local, à Salonique; mais dans l'ensemble de la région éprouvée et à l'épicentre, les données de temps sont si peu précises qu'il n'a pas été possible de songer à tracer une courbe hodographe ni à calculer la vitesse de translation du mouvement. A Güvezne même (épicentre), la plupart des maisons furent renversées complètement; sur deux cent dix-huit, trente-cinq seulement étaient

encore habitables après l'événement. En même temps que les habitations étaient détruites, le sol s'ouvrait en maints endroits et les eaux souterraines jaillissaient. On constata en réalité, d'après le dire des habitants, trois chocs dans la journée du 5, celui de 5 heures étant le premier et le plus violent; depuis le 6 mai cependant, on avait déjà ressenti quelques mouvements précurseurs.

Le village de Güvezne est situé dans la dépression de Langaza, à 15 kilomètres environ du lac de Langaza, qui autrefois l'a remplie tout entière, comme l'indiquent les terrasses de Lajna et d'Ajvatli. Dans le fond de la dépression, un petit filet d'eau circule dans un lit desséché, dont les parois perpendiculaires sont formées de couches d'argile et de sable. Le village turc, d'une part, les habitations chrétiennes, de l'autre, sont bâtis sur les deux versants de cette sorte de fossé. Ce sont les quelques maisons élevées sur les alluvions plus jeunes et plus élastiques du fossé qui ont le moins souffert. Les crevasses de 5 à 10 centimètres, qui se sont formées dans le sol, suivent les lignes de séparation des alluvions anciennes et récentes.

D'intéressantes vues photographiques permettent au lecteur de se rendre bien compte, mieux que toute description peut-être, de la grandeur et de la nature des dégâts causés aux bâtiments et notamment à la mosquée, ainsi qu'à l'église orthodoxe qui, étant les bâtiments les plus élevés, ont nécessairement le plus souffert.

A Salonique même, l'intensité du tremblement de terre doit être rangée entre les divisions 5 et 6 de l'échelle Rossi-Forrel, donc beaucoup moindre que celle des tremblements de terre que nous avons cités plus haut. L'effroi fut considérable et, d'après l'auteur, insuffisamment justifié. Les habitants s'enfuirent en foule dans la campagne pour loger sous la tente ou à la belle étoile. Il faut attribuer cet exode un peu inconscient (c'est toujours M. Hoernes qui parle) à la nervosité de la population, en grande partie formée d'israélites espagnols, émigrés ici au XVI^e siècle. La population turque se montra beaucoup plus calme, et le vali turc notamment, Hassan-Tehmi Pacha, donna des preuves du plus grand calme et du plus grand sang-froid.

Comme le professeur P. Jankovic l'a indiqué le premier, le tremblement de terre du 5 juillet est le résultat d'un affaissement des terrains anciens (cristallins) de Besik par rapport à la chaîne du Hortac, et conséquemment un phénomène tectonique. Le tremblement de terre s'est étendu tout le long d'une faille qui, de Ajvasil au Sud du lac de Langaza, s'étend jusqu'au lac de Dojran et forme le fond d'une vaste dépression entre les deux chaînes du Hortac-dagi et du Besik-dagi.

Cette ligne de Langaza se continue probablement vers le Nord-Nord-Ouest jusqu'à la plaine de Belasica, et, dans ce cas, se reliait avec la ligne des sources thermales autrichiennes; vers l'Est-Sud-Est, elle se continue par la Mazemohoria.

Il est certain que le tremblement de terre du 5 juillet, comme les sismes précurseurs et consécutifs, est dû à l'affaissement, non encore terminé, de la masse du Rhodope, affaissement qui s'est manifesté depuis la dernière époque géologique par la formation de dépressions continentales et de golfes nombreux, et qui ne s'est pas encore arrêté à l'heure actuelle.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les conclusions tectoniques du professeur Hoernes.

M. LASKA. — Ueber die Berechnung der Erdbeben. (*Kais. Akad. der Wiss. in Wien*, 1903; *Mittel. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 14.)

Dans cette très intéressante notice, M. le professeur Laska, partant des formules de Milne-Omori, qui permettent de préjuger à l'aspect d'un sismogramme à phases bien marquées la distance épicerentre, montre comment, avec trois observations fournies par trois stations différentes, on peut fixer la latitude et la longitude de l'épicentre. Il applique notamment sa méthode au tremblement de terre de Salonique, que nous venons d'étudier à l'instant, et trouve, en se basant sur les données de Lemberg, Rome et Leipzig, $39^{\circ} 19'$ et $25^{\circ} 8'$ pour les données de l'épicentre. Il n'y a que deux degrés environ d'erreur dans la latitude. Les tables insérées dans son mémoire facilitent des calculs analogues pour une distance épicerentre comprise entre 500 et 12500 kilomètres.

E. MAZELLE. — Die mikroseismische Pendelunruhe und ihr Zusammenhang mit Wind und Luftdruck (mit 7 Tafeln). (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1903; *Mitt. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 15.)

L'agitation sismique est très considérable à Trieste pendant les mois de janvier à avril et d'octobre à décembre; pendant le reste de l'année, on peut la considérer comme nulle. Les causes auxquelles on peut

chercher à la relier sont le vent, les pressions barométriques locales ou générales, le gradient barométrique local ou celui des régions voisines, etc.

Nous résumerons, d'après M. J. Hann, qui a présenté le mémoire de M. le directeur Mazelle à l'Académie des Sciences de Vienne, les résultats de cette savante investigation.

L'agitation sismique présente une période annuelle, avec un maximum en hiver; la période diurne montre l'existence d'un maximum entre 9 et 10 heures du matin, un minimum entre 9 et 10 heures du soir; cette variation paraît en rapport avec la Bora, du moins dans ses manifestations les plus énergiques; cependant on n'aperçoit pas de liaison directe et complète avec la force du vent en général, quoique les jours de tempête soient aussi des jours de forte agitation sismique; enfin on ne constate pas non plus de relation avec la hauteur absolue du baromètre.

L'apparition des dépressions (cyclones) sur le continent, dans la région Ouest ou Sud-Ouest, paraît au contraire être bien en relation avec les jours troublés; et enfin les agitations de l'Adriatique semblent sans influence sur l'agitation sismique, malgré la proximité des eaux marines. Comme on le voit, il y a là des résultats du plus haut intérêt, les plus récents que l'on ait obtenus dans cet ordre d'idées depuis les travaux de von Rebeur-Paschwitz.

J. KNETT. — **Vorläufiger Bericht über das Erzgebirgische Schwarmbeben 1903**, vom 13. Februar bis 25. März, mit einen Anhang über die Nacherschütterungen bis Anfang Mai (mit 1 Tafel). (*Kais. Akad. der Wiss. in Wien*, 1903; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 16.)

Comme nous l'avons vu par les travaux antérieurs de MM. Becke, Uhlig, Knett, Credner notamment, les régions montagneuses qui enserrant le plateau de la Bohême, Böhmerwald, Sudètes, Erzgebirge, se sont montrées le siège, dans ces dernières années, de nombreux mouvements sismiques, et l'on constate avec une certitude de plus en plus grande que ces phénomènes, loin d'être en quelque sorte livrés au hasard, obéissent en une même région à des lois bien marquées. C'est ce que Knett vient encore de constater au sujet de l'« essaim de sismes » (quatre cent cinquante secousses) qui s'est manifesté du

15 février au 6 mai 1903 dans l'Erzgebirge occidental (Vogtland et Egerland). Il établit l'analogie frappante du phénomène avec les sismes de 1897, si bien étudiés par M. Becke. Leur origine est la même : ils sont nés dans la région de Grazlitz et se sont étendus (mais plus que les sismes de 1897) vers le Sud et le Sud-Est, le long de la grande ligne d'ébranlement de l'Eger, parallèle à la direction générale du Böhmerwald. On voit que le rôle tectonique des terrains s'est montré semblable à celui de 1897 ; en outre, l'auteur signale comme second point remarquable, la production de tremblements de terre de relais. En deux endroits, ils ont été constatés avec certitude. Le premier, là où s'est produit le tremblement de terre autochtone du Böhmerwald du 26 novembre 1902 (voir *Bericht* n° 18, Neue Folge), l'autre sur la ligne de l'Eger, autour de Carlsbad. Il est probable d'ailleurs que des phénomènes semblables se sont produits en d'autres points encore vers le Nord et l'Ouest, au delà de la frontière, car l'aire sismique comprend une grande partie de la Saxe, le Nord de la Bavière, le Thüringerwald. Il semble même que, vers la fin, le siège des mouvements s'est transporté entièrement dans le Vogtland, sur la ligne d'ébranlement de l'Elster. On voit, par ces indications, l'intérêt du travail actuel de M. l'ingénieur Knett et la contribution importante qu'il apporte à l'étude des tremblements de terre tectoniques.

A. FAIDIGA. — **Das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898** (mit 3 Tafeln und 14 Textfiguren). (*Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1903; *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission*, Neue Folge, n° 17.)

Sinj est un gros village de Dalmatie situé au Nord-Est de Spalato, sur les bords de la Cetina. Le 2 juillet 1898, vers 5 ¹/₄ heures du matin environ, un tremblement de terre violent ébranla la région, et quoique Sinj ne soit pas la localité qui a éprouvé le plus de dommages, comme elle constitue l'agglomération habitée la plus importante, le phénomène naturel dont M. Faidiga a été chargé de faire l'étude par l'Académie des Sciences de Vienne, a pris le nom de tremblement de terre de Sinj.

Comme toujours, la rumeur publique et les premières nouvelles publiées par les journaux quotidiens avaient fortement exagéré les dégâts subis par les habitations et heureusement aussi le nombre des

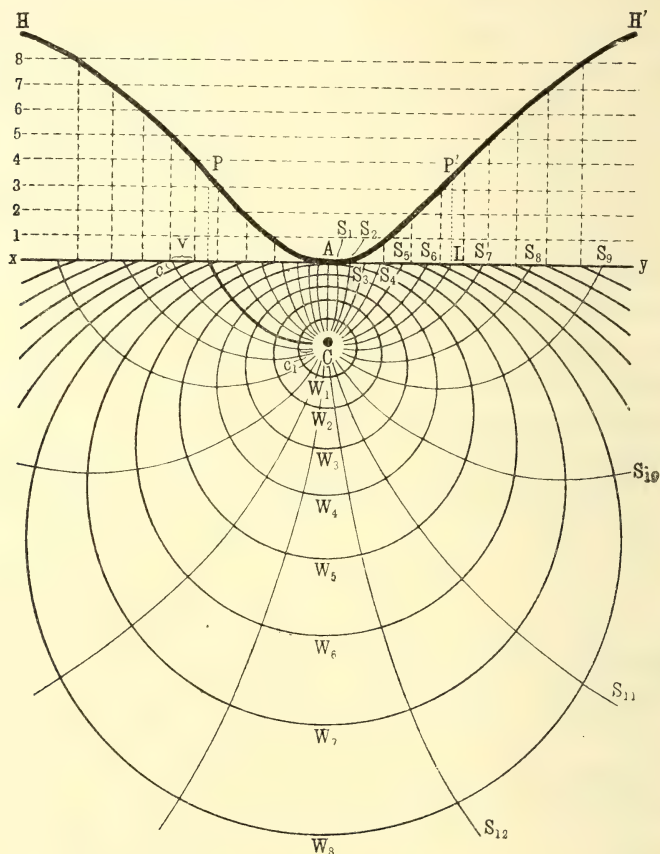
morts et des blessés. Il n'en est pas moins vrai que le tremblement de terre de Sinj constitue un des plus énergiques mouvements sismiques européens de ces dernières années, auquel différents savants avaient déjà, avant l'apparition du travail de M. Faidiga, consacré d'intéressantes études. Nous citerons particulièrement un article de M. le professeur-D^r Hoernes, dans la *Neue freie Presse* (21 juillet 1898), deux mémoires de M. le D^r F. von Kerner, dans les publications du *Geologischer Reichsanstalt de Vienne*, 1898, ensuite les données relatives à la Dalmatie et à Trieste, rassemblées par le D^r Ed. von Mojsisovics (*Mitth. der Erdbeben Kommission*, Erste Folge, n° X), et un travail du professeur Tacchini dans le *Bollettino della Societa Sismica italiana*, 1899-1900.

Si nous rassemblons ici toutes ces sources, c'est que les études de ces divers savants, et en particulier celles de M. Faidiga, ont permis de tirer des observations d'utiles confirmations de nombreux points théoriques afférents à la sismologie. Je veux parler notamment de la théorie de l'*hodographe* d'Ad. Schmidt et de la succession des mouvements sismiques en un point éloigné de plusieurs centaines de kilomètres de l'épicentre. Comme cette question est la plus intéressante de celles que pourrait aborder notre compte rendu (nous laisserons de côté le détail des dégâts soufferts, etc.), nous nous permettrons d'y arrêter un instant le lecteur. Il y trouvera l'occasion de faire connaissance avec un ordre de faits spéciaux que le *Bulletin de la Société belge de Géologie* n'a pu encore lui faire connaître.

On sait que l'on nomme *épicentre* de l'aire sismique, le lieu de maximum de choc et de dégâts. C'est le point situé sur la verticale de l'*hypocentre* ou centre d'ébranlement primitif. Nous admettons, bien entendu, qu'un semblable centre existe, mais les raisonnements ne seraient que peu modifiés par l'existence d'une grande région ou d'une ligne d'ébranlement de longueur relativement faible, comme l'ont montré les travaux de M. Harboe.

Si nous supposons qu'un ébranlement quelconque se produise à l'hypocentre, il se propage tout autour de lui, avec des vitesses qui varient à mesure que l'onde passe d'un point à un autre; cette variation dépend de l'élasticité et de la densité des couches terrestres au point considéré. Ce qu'il y a de plus simple, c'est de supposer une loi de variation de la densité identique suivant chaque verticale terrestre, la densité augmentant avec la profondeur, comme l'indique la valeur des densités superficielle et totale du globe, et l'élasticité variant avec elle suivant une loi quelconque, sans passer par un maximum ou un minimum entre l'hypocentre et la surface.

Il résulte de là qu'un *rayon sismique* émané de C (hypocentre) doit être concave vers le rayon de l'épicentre CA, suivant lequel la propagation est rectiligne, et l'on obtiendra pour l'ensemble des rayons la figure schématique ci-contre, dressée par Ad. Schmidt (*WELTENBEWEGUNG UND ERDBEBEN, Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 1888*). Les surfaces d'onde ou *homoséistes* correspondantes y sont



représentées en $W_1 W_2 \dots W_8$ et l'on voit qu'elles sont constituées par des sphères excentriques à C. Supposons que nous ayons en A, $S_1 S_2 S_3 \dots S_8 S_9$ les intersections avec le sol de dix homoséistes correspondant à dix minutes successives. Aux points d'intersection, élevons des perpendiculaires égales aux longueurs 0, 1, 2, 3... 9... On obtient ainsi une courbe, présentant en P et P' deux points d'inflexion et que Schmidt a nommée l'hodographe. On trouvera dans un mémoire de Rudzki (*Beiträge für Geophysik, 1898*) le développement mathématique inté-

ressant de ce sujet. Pour le moment, arrêtons-nous à un seul point. Il résulte de cette conception de la propagation sismique par des rayons concaves que la *vitesse apparente* de propagation de l'onde à la surface est infinie à l'épicentre et tend également vers l'infini pour des points tels que S_0 , etc. Elle passe donc par un *minimum* pour un certain point intermédiaire, et ce point, comme le montre le calcul, est le point d'inflexion S_p^1 , S_p de l'hodographe. Enfin, l'analyse montre aussi que les point d'impact S_p , S_p^2 des rayons correspondants sont dus à des rayons qui en C sont parallèles au sol.

Il y a là, comme on le voit, une série de déductions, que l'étude de mouvements sismiques effectifs permet de vérifier, au moins en partie. Déjà les travaux bien connus de V. Lasaulx sur les tremblements de terre d'Herzogenrath (1873) avaient montré que la propagation rectiligne des rayons ne s'accorde pas avec les faits; Suess, en 1895, à l'occasion du tremblement de terre de Laibach, arrivait aux mêmes conclusions; mais cependant la vraie vérification de la théorie de A. Schmidt s'est fait attendre jusqu'aux travaux de Schlüter (*Beiträge für Geophysik*, 1905) et de Faidiga, que nous analysons ici.

M. Faidiga se trouvait, en étudiant le tremblement de terre de Sinj, devant une difficulté très sérieuse, avant de pouvoir s'appliquer à la détermination de l'hodographe : c'était la connaissance du temps exact du phénomène à l'épicentre. Dans la région dalmate, aucun appareil sismographique n'existe et les indications grossières dues aux horloges variaient entre 5 h. 15 et 5 h. 20. Par une méthode intéressante, que nous n'avons pas à étudier ici, il parvint à établir, à l'aide des documents fournis par les sismographes italiens et autrichiens à grandes distances (au delà de 500 kilomètres), que l'heure exacte était 5 h. 17 (par un effet du hasard, la moyenne des extrêmes cités).

C'est ce que l'on peut constater, en examinant l'hodographe construit par l'auteur que reproduit la planche A, annexée à ce travail. Comme l'avait montré M. Gerland, il faut, pour établir un hodographe, relever sur les données des sismographes non pas l'époque de l'origine de la perturbation, ni celle de son maximum, mais bien celle de la première brusque augmentation du mouvement.

On porte ensuite sur un système d'axes rectangulaires, d'une part les distances épacentriques en abscisses (donc sur la droite 0 — 1800 kilomètres de la planche A), tandis que les instants de la constatation sismique (augmentation brusque) sont portés en ordonnées. L'origine des coordonnées est prise à l'épicentre lui-même. C'est ainsi qu'a été obtenue la courbe hodographique si intéressante que le lecteur a sous

les yeux. On constate à l'aspect de la courbe qu'elle a bien la forme d'une conchoïde avec un point d'inflexion (à Rome). Entre l'épicentre et ce point, la vitesse superficielle (donc apparente) va sans cesse en diminuant; elle augmente sans cesse aussi, à mesure que l'on s'éloigne, de Rome à Jurgén (Dorpat), qui est le point le plus éloigné dont les données ont été utilisées par l'auteur.

Onze observations ont servi, comme on le voit, à déterminer l'hodographe; celles de Portici, Rocca di Papa, Rome, Padoue ont été faites aux sismomètres de Vicentini, celles de Potsdam et Wilhemshaven sont empruntées aux instruments magnétiques (actions mécaniques) et, enfin, celles de Kew et de Jurgew au pendule horizontal, soit de Milne, soit d'Ehler.

Il résulte de l'examen un peu plus étendu, mais encore forcément trop court, que nous venons de faire du mémoire de M. Faidiga, qu'il apporte une contribution des plus importantes à l'une des questions les plus intéressantes de la sismologie, la question si obscure de la propagation. N'oublions pas que c'est de cette étude que nous devons attendre les données les plus certaines et les plus positives sur le grand inconnu de la géologie, la nature et l'état de l'intérieur du globe à la surface duquel nous nous agitions.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Richesses minérales en Mandchourie.

Nous avons déjà dit que la houille existe en de nombreuses localités du Liaou-toung; malheureusement, les bassins houillers sont en général assez restreints, l'érosion ayant presque entièrement détruit la formation carbonifère à laquelle ils appartiennent tous. Voici les principaux bassins étudiés par Richtofen: Celui de Wuho-shin est situé au bord de la mer dans Society-Bay. Il comprend plusieurs couches de 1 à 4 mètres de puissance et fournit un charbon friable, assez maigre, utilisé sur place et transporté dans le Chan-toung. Un autre bassin peu important existe à Ta-lien-wan, sur la frontière coréenne, à Sai-ma-ki: des sédiments redressés appartenant au Sinien supportent des couches carbonifères presque horizontales, renfermant un lit de houille, épais de 3 à 4 pieds; le charbon est ici friable et bitumineux. La situation de ce gisement au milieu des montagnes le rend difficilement exploitable. Le gisement de Ponn-hsi-hou, au Sud-Est de Moukden, paraît être le plus important; on y compte cinq à six lits charbonneux, épais de 1 pied ou 2. Les conditions sont tout à fait favorables pour

l'exploitation, mais par suite de fouilles nombreuses, la superficie du bassin n'est peut-être pas considérable. Le charbon est également friable, mais peu bitumineux ; il donne un coke de médiocre qualité. Le charbon est extrait ici non seulement pour les besoins locaux, mais aussi pour la fabrication du fer. En somme, l'avenir de ces bassins houillers ne paraît pas devoir être très brillant. Malgré le bas prix de la main-d'œuvre, le charbon est trop mauvais pour pouvoir être exporté. Il ne peut pas être utilisé par les bateaux et les chemins de fer et servira seulement à l'alimentation des machines à vapeur qui pourront être installées çà et là et au traitement des minerais. Dans les circonstances actuelles, il ne sera donc pas d'une grande ressource, et la flotte russe sera contrainte de chercher ailleurs le combustible qui lui est nécessaire. Les bassins houillers du Liau-hsi semblent également peu importants ; il y a cependant lieu de noter la présence d'anhracite de bonne qualité.

Le fer est assez commun dans le Liau-toung, et Richtofen en décrit plusieurs gisements, entre autres ceux de Sai-ma-ki, de Ponn-hsi-hou et de Hsiaou-sorr, où un oxyde magnétique de fer se présente dans de bonnes conditions, d'autant plus que les bassins houillers sont tout proches. D'autre part, le cuivre et le plomb sont connus dans l'Est de la Mandchourie.

En dehors du fer, le métal le plus important est assurément l'or, qui paraît relativement fréquent. Celui-ci est connu à Port-Arthur même. D'après les recherches de Bogdanovich, les gîtes aurifères exploités dans cette province se répartissent entre quatre catégories :

1° Alluvions modernes des cours d'eau ;

2° Dépôts aurifères des plateaux et des collines ;

3° Alluvions aurifères des anciennes vallées ;

4° Dépôts aurifères marins. Aux environs immédiats de Port-Arthur, le sable de la côte renferme de l'or en quantité très notable.

En outre, des filons de quartz aurifères ont été constatés *in situ* près de Pei-léen-tsa.

Plus au Nord, Cholnoky a également étudié plusieurs gisements aurifères. Dans le bassin aurifère de San-tao-kou, un complexe de grès et conglomérats, puissant de 1 000 mètres, contient vers la base une couche très riche en or, dont l'origine doit être cherchée sans doute dans les veines de quartz des granites et des gneiss. Près de Kirin, Tsi-tz'-Kouho, on exploite de telles veines de quartz. Dans le bassin de Au-hao-chan, l'or remplit (paraît-il) des terrasses de sables et de cailloutis ; les ruisseaux roulent de l'or. Enfin, Almert a trouvé de l'or dans le grand Chin-gan, mais en faible quantité.

PERVINQUIÈRE, de la Sorbonne.

(Extr. *Écho des Mines et de la Métallurgie*, 31^e année, 5 mai 1904, p. 539.)

SÉANCE MENSUELLE DU 14 JUIN 1904.

Présidence de M. le Dr Van de Wiele, membre du Conseil.

La séance est ouverte à 8 heures 45.

En ouvrant la séance, M. le *Président* fait part de la nomination de M. le professeur *von Koenen* en qualité de membre associé étranger de l'Académie royale des sciences de Belgique et de la nomination de M. *H. Rabozée* au grade de commandant du Génie. (*Applaudissements.*)

Il annonce ensuite le décès de M. le professeur *Ad. Cancani*, de l'Institut central de Météorologie de Rome. (*Condoléances.*)

Correspondance :

M. le Président *Stainier* et M. *Ad. Kemna* font excuser leur absence.

La *Société géologique du Nord* annonce qu'elle fera le dimanche 19 juin son excursion générale annuelle aux carrières de Tournai et qu'à la séance qui suivra l'excursion, des félicitations seront adressées à M. le professeur *Charles Barrois* pour son élection comme membre de l'Académie des Sciences de Paris.

M. le professeur *Gosselet* exprime l'espoir que cette manifestation réunira nombre de géologues belges.

L'Assemblée délègue, pour y représenter officiellement la Société, MM. *Cornet, Malaise* et *Mourlon*.

La *Colliery Exhibition* fait connaître qu'elle ouvrira le 25 juin, à Islington, une exposition de machines et d'outillage nécessaires aux houillères. Des renseignements ont été demandés en vue d'une prochaine exposition annuelle, à laquelle la Société pourrait prendre part par suite de ses études et recherches dans le domaine des corrélations grisouto-sismiques.

Le *Justus Perthes' Geographische Anstalt in Gotha* envoie un exemplaire de son *Gotha géographique*, fournissant des renseignements intéressants concernant les Instituts et Sociétés savantes du monde entier.

M. *Van den Broeck* dépose sur le Bureau la communication suivante qui lui a été adressée par M. *Buttgenbach* et relative à des tremblements de terre ressentis au Katanga en 1902.

Tremblements de terre au Katanga en 1902.

« J'ai lu dans les *Bulletins* parus pendant mon absence de Belgique, que la Société belge de Géologie s'occupait des phénomènes géo-sismiques produits pendant ces dernières années. Je crois donc bon, à simple titre de renseignement, de mentionner des secousses de tremblement de terre ressenties au Katanga en 1902.

» J'étais alors à Kambôve, c'est-à-dire par 10°53' de latitude Sud et approximativement à 26°42' de longitude Est de Greenwich. Le mardi 16 novembre, je me trouvais sous la véranda de ma maison, causant avec des nègres qui venaient de m'apporter un courrier, lorsque nous entendîmes, vers 8 1/2 h. du soir, un bruit sourd qui se rapprocha avec une très grande rapidité, venant de l'Ouest-Nord-Ouest; ce bruit ressemblait à celui produit par un chariot lourdement chargé et passant sur une rue pavée. Tout à coup, nous ressentîmes de fortes secousses qui firent trembler ma maison (construite en bois et en argile); ces secousses durèrent à peine une seconde et le bruit s'éloigna dans la direction opposée.

» Exactement une demi-heure plus tard, une nouvelle secousse se fit sentir, moins forte, mais se propageant dans la même direction.

» Les nègres qui étaient près de moi me dirent que le matin du même jour, vers 11 heures, se trouvant à environ 10 kilomètres au Nord-Ouest de Kambôve, ils avaient aussi senti le même phénomène.

» Je me souvins alors que trois jours auparavant, comme je déjeunais, à 7 1/2 h. du matin, j'avais senti une secousse très faible, mais que je n'avais pas attribuée à un tremblement de terre, ne songeant pas du tout à ce genre de phénomène.

» La nuit du même 16 novembre, vers 10 heures du soir, j'entendis absolument le même bruit se propageant au Nord de Kambôve, mais sans ressentir de secousses.

» Je pris, les jours suivants, des informations auprès de tous les blancs habitant la région, afin de savoir s'ils avaient, ou non, observé le phénomène, et je pus ainsi établir (assez grossièrement d'ailleurs, vu le

petit nombre des observations) que les secousses s'étaient propagées de l'Ouest vers l'Est, jusqu'à la rivière Dikuluwe (affluent de la Sufira), puis de l'Ouest-Nord-Ouest à l'Est-Sud-Est. Je ferai observer que ces directions coïncident à peu près avec les directions générales des couches (verticales) de la région.

» J'ajouterai que les indigènes ne semblaient pas du tout effrayés du phénomène, qu'ils me dirent cependant être extrêmement rares dans le pays.

» Peut-être, cher Monsieur Van den Broeck, ces observations pourront-elles être utilisées par ceux de nos confrères qui s'occupent de ces questions.

» Je vous prie d'agréer mes meilleurs sentiments.

» H. BUTTGEBACH. »

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

- 4406. **Bertrand, Jean.** *Le rythme des climats. La glaciation. La panthermalité.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 47 pages et 1 carte.
- 4407. **Choffat, Paul.** *Bibliographie. Index bibliographique et bibliographie pour 1901 et 1902 (Portugal et ses colonies).* Lisbonne, 1903. Extrait in-8° de 24 pages.
- 4408. **Choffat, Paul.** *Les tremblements de terre de 1903 en Portugal.* Lisbonne, 1904. Extrait in-8° de 28 pages et 1 planche.
- 4409. **Delgado, J. F. Nery.** *Faune cambrienne du Haut-Alemtejo.* Lisbonne, 1904. Extrait in-8° de 67 pages et 6 planches.
- 4410. **Gilbert, G. K.** *Regulation of Nomenclature in the work of the U. S. Geological Survey.* Minneapolis, 1904. Extrait in-8° de 5 pages.
- 4411. **Halaváts, Gyula.** *A Magyar Pontusi Emelet Atalános és Oslénytani Irodalma.* Budapest, 1904. Extrait in-8° de 136 pages.
- 4412. **Kafka, J.** *Fossile und recente Raubthiere Böhmens (Carnivora).* Prague, 1903. Extrait in-8° de 120 pages et 55 figures.
- 4413. **Koristka, K.** *Das Ostliche Böhmen, enthaltend das Adler, das Grulich, und das Eisengebirge sowie das Ostböhmisches Tiefland, orographisch und hydrographisch geschildert.* Prague, 1903. Extrait in-8° de 203 pages, 2 planches et 1 carte.
- 4414. **Mieg, M.** *Stations préhistoriques de Kleinkems (Grand-Duché de Bade).* Nancy, 1904. Extrait in-8° de 9 pages.

4415. Haack, H., Blankenburg, W., etc. *Geographen-Kalender 1904-1905*.
Volume in-12 de 360 pages, 1 portrait et 16 cartes.
4416. Spring, W. *Sur la décomposition de quelques sulfates acides à la suite d'une déformation mécanique*. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 20 pages.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

M. JAQUET, FERNAND, étudiant à l'École polytechnique de l'Université libre, 10, rue d'Écosse, à Bruxelles.

En qualité de membre associé regnicole :

M. GIRSCH, chimiste à la Compagnie intercommunale des eaux, 10, rue Rubens, à Schaerbeek.

Communications :

La parole est donnée à M. H. Buttgenbach pour son étude sur : **La présence de l'or au Katanga.**

M. le Président remercie vivement M. Buttgenbach de son intéressante conférence, qui fait bien augurer de l'avenir aurifère du Katanga, et l'Assemblée décide l'impression du travail aux *Mémoires*.

M. le Président annonce ensuite que l'ordre du jour amène la

Suite de la discussion sur l'Essai de Carte tectonique de la Belgique présenté par M. Deladrier.

M. Deladrier, répondant aux remarques présentées par M. le baron Greindl, à la dernière séance, s'exprime comme il suit :

Dans sa très intéressante réfutation de ma simple remarque à propos de l'hypothèse d'une superposition du réseau hydrographique de la Belgique à un réseau de failles préexistant, notre aimable collègue M. Greindl se retranche derrière le livre de de la Noë et Margerie, comme derrière le code indiscutable du tracé des cours d'eau.

Ainsi que je l'ai déjà dit, nos maîtres, d'Omalius, Dumont, Houzeau, de la Vallée et bien d'autres, qui connaissaient également notre hydrographie, ont cependant émis des idées analogues à celles que nous avons reprises. Qu'on nous permette pourtant de réfuter à notre tour le travail contradictoire de M. Greindl.

Tout d'abord, de la Noë admet que les fractures provenant de tremblements de terre et d'éruptions volcaniques peuvent parfaitement servir de ligne de rassemblement aux eaux pluviales : c'est là, dit-il, « une chose toute naturelle, car les eaux utiliseront évidemment les dépressions préexistantes qu'elles trouveront sur leur passage ».

L'auteur revient ensuite sur l'exceptionnalité du fait ; mais cette phrase constitue en quelque sorte le « leitmotiv » de la théorie des directions que nous avons reprise tout à fait accessoirement dans notre essai d'une Carte tectonique.

En effet, si l'on ne conçoit pas la Terre fissurée par un réseau géométrique et présentant ou ayant présenté quantité de fractures, on tâchera de trouver d'autres causes au tracé des cours d'eau qui manifestent la tendance à suivre les mêmes directions que les cassures de la surface.

Mais, ainsi que nous l'avons montré, en raison de sa torsion et de la pression conséquente de sa rotation, la Terre a présenté quantité de fractures analogues à celles dont parlent de la Noë et Margerie.

Dès lors, il n'y a pas de raison pour que les eaux n'épousent pas la direction des fractures réticulaires tout aussi bien que celle des cassures dont parlent les savants français.

Certes, nous n'avons jamais affirmé que c'était une loi absolue, car à force d'être contrariée par des accidents d'origines diverses, la Terre s'est ridée de cent façons différentes : nous n'avons pas dû non plus nous appuyer sur les sillons hydrographiques pour dresser notre Carte tectonique.

Nous avons fait remarquer simplement cette insistance dans les directions des rivières, qui cadrerait avec notre théorie du réseau, que bien d'autres facteurs nous ont poussé à émettre et dont on retrouve une manifestation dans les damiers recoupés par les failles de la Belgique (1).

(1) Rappelons ici, en passant, la remarque intéressante que M. Lejeune de Schiervel a faite à la séance passée, sur l'abondance des failles dans le Nord de la Belgique. Peu à peu, la Carte tectonique doit ainsi s'enrichir considérablement de fractures relevées dans tout le pays.

Notre contradicteur constate quatre directrices principales : nous aussi, puisque nous attirons l'attention sur la déviation des lignes probablement à cause des efforts provoqués par la jonction des arcs armoricains et varisques, déviation, par entraînement, des failles, des plis et, subséquent, de la direction des cours d'eau.

M. Greindl remarque aussi le parallélisme entre rivières et failles, et nous avons déjà répondu à l'objection qu'on nous avait faite à propos des terrains superposés, par la constatation — que M. Greindl appuie d'ailleurs — que les rivières, après le décapement de l'Ardenne, sont devenues primaires et que tout cycle hydrographique est héritier du précédent.

Notre aimable collègue nous demande de lui montrer un confluent débouchant en contre-pente dans la rivière qui l'absorbe.

Mais n'oublions pas que nous avons parlé longuement de l'affaïssement nordique du pays et qu'en conséquence les rivières coulent toutes dans une direction identique, et que d'ailleurs le temps a créé, par l'alluvionnement, bien des dépôts qui ont changé la face des choses.

On nous objecte aussi que les parois des grandes gorges sont restées verticales : mais nous n'avons jamais dit que les eaux étaient toutes guidées par des failles à rejet. Qu'une cassure du terrain se produise, le rejet n'en est pas fatalement la conséquence, et le lent travail de creusement des roches par les eaux se révélera parfaitement en tous les points de leurs parois : car nous n'avons jamais refusé à l'érosion la force de creuser un canal. Nous avons dit que les eaux ont trouvé souvent le point faible, le défaut de la cuirasse terrestre ; qu'elles ont été sollicitées d'embrasser leur *direction*, et l'érosion et les dépôts en ont souvent changé l'aspect primitif.

M. Greindl, à ce propos, impute à Daubrée un faux-fuyant en disant la difficulté de fournir des exemples de coïncidence entre failles et rivières. Ces exemples existent pourtant.

Rappelons la belle Carte des failles de la vallée du Rhin présentée par M. le professeur Prinz ; nous espérons en montrer d'autres bientôt, tout aussi frappantes. Mais, pour prendre une comparaison dans un autre domaine, est-ce parce que d'autres routes, des voies ferrées, des champs ont bouleversé la topographie qu'on doit nier les grandes voies romaines de l'antiquité, qui passaient pour la plupart par les mêmes défilés, les mêmes gorges, les mêmes vallées qu'aujourd'hui, mais dont on ne voit plus trace ?

La Terre est déjà bien vieille, et les rides et les gerçures de sa face ont changé sa physionomie d'autrefois.

Reste « l'hypothèse invraisemblable » dont parle M. Greindl. Pourquoi invraisemblable, l'hypothèse d'une région effondrée brusquement?

Et, même en rendant obligatoire la lenteur de l'affaissement, ne peut-on admettre « les cassures béantes, les claveaux multiples reproduisant en grand les déchirements d'un bloc de terre glaise du laboratoire »?

Comme dernier argument théorique, M. Greindl nous objecte que l'obliquité des brisures par rapport à l'effort du ploïement est cause que les eaux sortant d'un lac ne suivront pas la faille formée, parce que ce n'est pas là la ligne de plus grande pente.

Il serait bon, à ce sujet, de reprendre et d'approfondir l'étude de la région de la Gileppe, où l'étang formé sur un canevas de fractures, selon nous, laisse fuir ses eaux le long d'une faille évidente.

Qu'on me permette, pour finir, de citer ici un passage du livre si intensément intéressant : *Les Abîmes*, du maître spéléologue Martel.

« Voici — dit-il en montrant des croquis — le front de taille d'une simple carrière de calcaire à Rochefort. Là, les eaux n'ont joué aucun rôle. L'homme s'est contenté de mettre à jour le travail préparé par les plissements anciens. On voit sur la figure les joints parallélipédiques de la stratification et les diaclases. Les dernières favorisent la production des éboulements et des vides : en effet, il suffit d'imaginer entre elles et les joints l'arrivée d'un courant d'eau pour avoir la figure de la perte de la Lomme à Rochefort. »

Et plus loin : « Nous avons pénétré, entre Rochefort et Jemelle, dans une grande salle creusée à peu près dans la direction du courant extérieur et dont la section est déterminée par des diaclases verticales.

» Des couloirs inclinés dans des diaclases conjuguées aboutissent à la rivière souterraine : à droite et à gauche partent des ramifications perpendiculaires, où le vaste réseau en damier de Bramabiau se revoit sur une petite échelle : ces sections se retrouvent aux grottes de Jemelle, de Rochefort, de Han, etc. »

Les eaux souterraines sont donc sous la domination des cassures réticulaires du sol.

Y a-t-il réellement lieu de créer d'autres lois absolument contradictoires pour les mêmes rivières et dans les mêmes terrains, sous prétexte que ces cours d'eau coulent alternativement dans le sous-sol et au grand jour?

Parallélisme, coïncidence, effets du hasard, soit, — nous n'affirmons rien, — mais devant la répétition des faits, ... qu'on nous permette alors de mettre, au moins, un grand point d'interrogation.

Juin 1904. Laboratoire de Géologie de l'Université de Bruxelles.

M. le *baron Greindl* objecte que s'il a parlé de de la Noë et Margerie, c'est uniquement pour rappeler les idées actuelles sur cette question par rapport aux idées courantes de l'époque de d'Omalus et de Daubrée; mais il reconnaît qu'il est préférable d'apporter des arguments nouveaux.

Il estime toutefois que toutes nos rivières ont coulé sur un recouvrement de plaines tertiaires, nullement faillées, c'est-à-dire sur des couches qui ne décalaient nullement les failles qu'il peut y avoir dessous, à moins d'admettre que les failles se reproduisent toujours au même endroit, affectant nécessairement des horizons géologiques superposés.

M. le *professeur Prinz* fait remarquer que les cassures jouent plusieurs fois successivement et justifie sa manière de voir en déposant sur le bureau une reproduction agrandie des cartes de la région de *Pomperang valley*, de Hobbs, qui, à son avis, répondent à plusieurs objections de M. le baron Greindl. Celui-ci, dit-il, considère les vues de Daubrée comme quelque peu surannées; la carte qu'il soumet à l'assemblée, et que le *Geological Survey* vient de publier, montre le parallélisme évident entre l'allure des failles et la direction des rivières, constituant ainsi un document officiel pour la théorie de Daubrée, qu'il défend encore actuellement.

M. le *baron Greindl* fait remarquer qu'il a simplement voulu montrer le danger qu'il y a à s'appuyer sur le tracé d'un réseau hydrographique pour invoquer l'existence d'un réseau correspondant de failles sous-jacentes.

M. *Prinz* déclare qu'il est d'accord avec lui sur ce point; il est évident qu'il y a eu des exagérations, peut-être même de la part de Daubrée. Mais il ne faudrait pas, pour cela, rejeter en bloc et les applications outrancières d'une théorie et les faits nombreux sur lesquels cette dernière repose. Les cartes de Hobbs ne sont nullement isolées; on peut en tracer de similaires pour beaucoup de régions sur lesquelles on possède des données suffisamment précises.

Après quelques remarques émises par M. G. *Simoens*, M. *Prinz* ajoute, pour ce qui le concerne, qu'il tient à préciser qu'il n'entre pas dans sa pensée, ni dans celle de M. Deladrier, de dire que nos rivières

couleraient *dans* des failles, et il rappelle à cette fin la phrase suivante du travail de M. Deladrier : « Nous voulons dire aussi un mot de l'allure très générale — hâtons-nous de le dire — de nos rivières. Pour la plupart d'entre elles, la même direction que celle des failles est manifeste. Loin de nous l'idée d'affirmer ici que chaque rivière s'est jetée, pour s'écouler, dans une cassure du terrain où elle aurait ainsi trouvé un chemin tout tracé. »

Cette phrase est très claire, dit M. Prinz, et la carte qu'il a déposée à l'appui du travail de M. Deladrier montre très bien que le Rhin ne suit pas une cassure, mais coule dans une vallée de cassures. S'il y a exagération de la part de ceux qui transforment les réseaux hydrographiques en réseaux de cassures, il n'en reste pas moins évident qu'il y a quelque chose de réel dans les vues de Daubrée. D'ailleurs, il ne s'agit pas, dans cette discussion, de théorie uniquement, mais aussi de faits, de cartes représentant la nature et qui furent levées par des spécialistes nullement préoccupés de la question agitée en ce moment. Si ces cartes ne prouvent pas que les rivières coulent dans chaque ligne d'un réseau de cassures à angles plus ou moins droits, elles établissent cependant que bien des cours d'eau suivent l'un ou l'autre accident de terrain dépendant des mailles de ce réseau.

Pour s'en rendre compte, il est nécessaire d'avoir des cartes géologiques et tectoniques montrant des détails qui font défaut sur beaucoup d'entre elles, pour des raisons multiples, dont la plus simple est qu'elles sont à une échelle insuffisante. C'est ainsi que M. Prinz se souvient avoir vu à Marloie un système d'une douzaine de failles, serrées sur un espace d'une quarantaine de mètres, laissant entre elles de petits paquets de couches, qui, s'ils avaient été entamés par les eaux, eussent été bientôt démolis pour faire place à un fossé aux méandres arrondis, dans lequel il serait même impossible de retrouver tous les accidents primitifs. Ces jeux compliqués du sol dans les parties superficielles de l'écorce sont certainement liés à d'autres dislocations plus profondes, de même direction souvent, mais pas nécessairement dans le prolongement immédiat de celles de la surface; de là encore une atténuation dans le rapport entre le réseau hydrographique et le réseau tectonique profond.

M. Larmoyeux fait connaître qu'un champ d'expériences est tout tracé par la faille eifelienne, la mieux connue, pour déterminer la concordance entre la direction des cours d'eau et celle des failles.

En Belgique, la Sambre et la Meuse se présentent également à notre attention pour ces recherches.

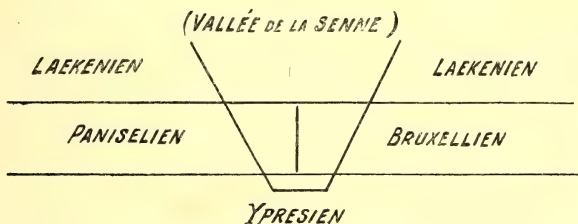
M. G. *Simoens* fait ensuite la communication ci-après :

Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne, par G. SIMOENS.

Le fait qui domine la structure géologique de la vallée de la Senne et qui depuis bien des années a attiré l'attention des géologues belges, est la présence, sur chacun des versants de la rivière, de sédiments qui, sur l'autre rive, font défaut.

Les argiles et les sables constituant l'étage ypresien se trouvent des deux côtés de la vallée de la Senne et ces dépôts supportent sur la rive gauche l'étage panisélien; au contraire, sur la rive droite, l'Ypresien est surmonté directement par les sables bruxelliens, puis l'étage laekenien s'étend uniformément sur les deux rives, recouvrant le Bruxellien sur le versant droit et le Panisélien sur le versant gauche de la rivière.

On a donc la coupe schématique suivante :



Comment expliquer ce phénomène assez étrange, qui fait apparaître sur les deux rives, entre l'Ypresien et le Laekenien, des étages s'excluant mutuellement et qui paraissent séparés l'un de l'autre suivant la direction S. N. de la rivière? L'idée d'une faille apparaît tout d'abord à l'esprit, mais une dénivellation aussi considérable, qui aurait mis en contact les étages sensiblement horizontaux du Bruxellien et du Panisélien, aurait dû provoquer aussi, semble-t-il, une dénivellation de même amplitude dans l'étage ypresien sous-jacent, et de même aussi, pourrait-on dire, dans l'étage laekenien, qui recouvre sur les deux rives le Bruxellien d'une part et le Panisélien de l'autre.

L'étage ypresien, qui, lui surtout, devrait présenter une dénivellation sensible, ne montre rien de semblable; c'est ce qui a fait abandonner

en partie l'idée d'une faille; mais une autre constatation engage à rejeter cette interprétation.

En effet, une faille, en abaissant ou en soulevant l'une des rives de la Senne, pouvait bien mettre en contact des étages différents, tels le Panisélien et le Bruxellien, mais cette cassure ne pouvait cependant pas enlever alternativement sur l'une et l'autre rive, l'un des termes stratigraphiques précités.

Une faille, telle qu'on se l'était imaginée, aurait dû présenter la figure schématique suivante :

	BRUXELLIEN.		
0.	PANISELIEN.	BRUXELLIEN.	E.
	YPRESIEN.	PANISELIEN.	
		YPRESIEN.	

Il est certain que dans ce cas nous eussions dû rencontrer tout au moins le Panisélien sous le Bruxellien de la rive droite de la Senne.

Le fait ne s'étant pas présenté, sauf de légers lambeaux respectés par la mer bruxellienne, il devenait difficile d'admettre l'existence d'une faille ayant mis en contact, dans la vallée de la Senne, le dernier terme de l'Éocène inférieur avec la base de l'Éocène moyen.

L'hypothèse d'une faille dénivelant les différents termes stratigraphiques de la vallée n'étant pas acceptable, on pouvait se demander si les deux étages ne constituaient pas deux facies d'un même terrain; mais la réponse à cette question devait être négative, les deux termes stratigraphiques représentant des assises bien distinctes. Il suffisait, en effet, de remarquer que :

1° La structure lithologique absolument différente des deux assises ne présentait nulle part un facies de transition;

2° La distance minime séparant les deux assises sur les deux rives de la rivière ne permettait pas d'y intercaler un facies de passage insensible;

3° Les deux terrains représentaient parfaitement des étages différents, attendu qu'il était possible de discerner dans chacun d'eux un cycle sédimentaire parfait;

4° La paléontologie était venue montrer que le Paniselien se rattachait à la partie supérieure de l'Éocène inférieur et que le Bruxellien était au contraire synchrone du Calcaire grossier;

5° On pouvait voir en outre, en dehors de la vallée de la Senne, dans les collines de la Flandre française notamment, le Bruxellien, bien caractérisé, reposer sur le Paniselien non moins typique.

Il fallait donc rejeter complètement l'idée de voir dans les deux termes Bruxellien et Paniselien de la vallée de la Senne, deux faciès d'un même étage.

Une autre solution se présentait encore. Ne pouvait-on admettre qu'à l'époque panisélienne il existait, dans la direction de la vallée de la Senne, un rivage que la mer venait battre de telle manière que celle-ci se serait trouvée à l'Ouest de la vallée actuelle, alors que le versant Est aurait représenté le continent?

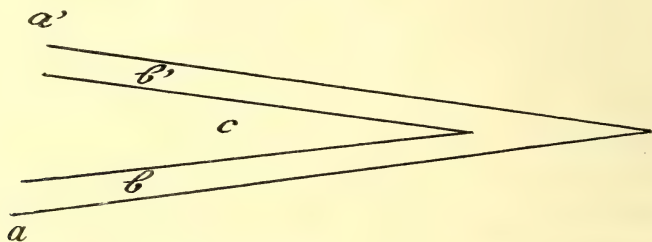
Mais alors à l'époque suivante le phénomène contraire se serait produit; la mer bruxellienne, se trouvant cette fois à l'Est de la vallée de la Senne, serait venue battre un rivage également parallèle à la vallée actuelle, rivage constitué par les sédiments déposés lors de la précédente invasion marine.

Il y a lieu tout d'abord de faire remarquer ce qu'aurait d'étrange ce phénomène, déplaçant alternativement le continent et la mer de chaque côté d'une ligne idéale, ne présentant aucune structure particulière autorisant l'idée de ce déplacement; mais il est certains faits qui s'opposent absolument à l'acceptation de cette idée, qui tendrait à voir dans la direction de la vallée un rivage regardant la mer tantôt à l'Ouest, tantôt à l'Est.

Un rivage est toujours le résultat d'une série de facteurs qui se transforment sans cesse, et dès lors une ligne de rivage est toujours instable, tout comme la mer dont les oscillations multiséculaires sont presque comparables au mouvement inégal des marées; parfois elles sont calmes et s'étendent à des distances peu considérables à l'intérieur des terres; à d'autres moments, elles chassent avec violence les eaux marines à l'intérieur des continents et couvrent de sédiments des étendues considérables qu'elles avaient laissé précédemment à sec.

Si nous voulions concevoir le long de la vallée de la Senne une ligne de rivage, cette supposition ne pourrait se soutenir que pour un moment déterminé du temps; il faudrait admettre, s'il était alors question de la mer panisélienne, l'existence le long de ce rivage d'un unique dépôt côtier qui délimiterait l'extension maximum vers l'Est de la mer panisélienne.

Plus à l'Ouest, on trouverait alors des sédiments de moins en moins graveleux, si bien que loin du rivage, dans la direction de l'Ouest, on aurait un cycle sédimentaire complet, alors que le long de la ligne d'extension maximum, on ne verrait que des éléments graveleux représentant la réunion des graviers d'immersion et d'émersion ; on aurait en somme, tout le long de la vallée de la Senne, le biseau d'un cycle sédimentaire parfait, tel que nous ont appris à le connaître MM. Van den Broeck et Rutot, et qu'ils ont représenté jadis par le dessin suivant schématisé :



- a. Gravier d'immersion.
- b. Sable d'immersion.
- c. Noyau argileux, affaissement maximum.
- b'. Sable d'émersion.
- a'. Gravier d'émersion.

Or dans la vallée de la Senne on peut constater la présence des sédiments constituant le centre du cycle sédimentaire, c'est-à-dire une mer relativement profonde ; si donc la mer paniseliennne a déposé le long de la vallée de la Senne des sédiments de mer profonde, le rivage devait être au loin ; il ne peut alors être question de marquer à l'emplacement actuel de la vallée l'extension maximum de la mer, de manière à maintenir sur la rive droite de cette vallée un continent à l'abri du flot panisélien.

Dès lors, la mer paniseliennne a dû s'étendre beaucoup plus à l'Est et dépasser considérablement la vallée de la Senne dans cette direction.

Tout le monde sait du reste que des témoins de la présence de la mer paniseliennne sur la rive droite de la Senne ont été mentionnés par M. Rutot, entre l'Ypresien et le Bruxellien.

Mais à l'impossibilité de l'existence d'un rivage panisélien se joint ici l'impossibilité non moins évidente d'un rivage bruxellien.

En effet, après le départ de la mer paniseliennne, il devient nécessaire de faire appel à l'invasion d'une nouvelle mer venant cette fois de

l'Est ou du Nord-Est et s'arrêtant toujours le long de la ligne sensiblement Sud-Nord que trace la vallée de la Senne.

Mais ici encore, tout le long de la rivière, on peut voir des sédiments qui ne ressemblent en rien au biseau de graviers résultant du mélange des graviers d'immersion et d'émersion.

On y trouve, au contraire, des sédiments d'une épaisseur considérable et qui devaient être plus épais encore, attendu qu'ils ont été dénudés considérablement par la mer laekenienne.

Ces sédiments représenteraient, s'ils n'avaient été dénudés, un cycle sédimentaire complet.

Au-dessus de la base à éléments grossiers, on trouve des sables d'immersion avec grès fistuleux.

Ces sédiments sont surmontés par des sables calcaireux à moellons, puis enfin ceux-ci supportent des sables d'émersion, fréquemment ferrugineux ; c'est ce que M. Mourlon nous a fait remarquer il y a quelques jours à peine.

A cette occasion, M. Rutot nous a rappelé qu'il avait toujours considéré ce dernier sable comme le sable d'émersion de la mer bruxellienne.

Mais dans la vallée de la Senne, en face des éléments paniselien, nous trouvons des roches qui représentent le cycle sédimentaire complet de l'invasion marine bruxellienne ; il devient évident que le rivage extrême, le biseau naturel des sédiments bruxelliens, n'a pu se tracer dans l'intéressante vallée que nous étudions ici ; nous devons admettre, dès lors, que la mer bruxellienne s'est étendue, tout comme la mer paniselienn, sur les deux rives de la Senne, et la direction de celle-ci ne peut être considérée comme étant à la fois le rivage de l'une et de l'autre mer.

Nous venons de voir qu'il est impossible d'expliquer le fait intéressant que présente notre vallée, en faisant uniquement appel aux phénomènes sédimentaires, et, d'autre part, nous avons vu la difficulté qu'il y a à expliquer la structure du sous-sol de ces « prés fleuris qu'arrose la Senne » au moyen d'une faille ayant dénivelé les sédiments tertiaires après le dépôt de ceux-ci.

Nous allons donc essayer d'interpréter les faits de manière à présenter une nouvelle solution du problème.

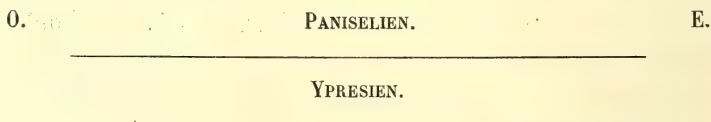
Pour cela nous emploierons la méthode dont on se sert journellement pour l'étude des phénomènes organiques.

Dans ce domaine, on a depuis longtemps rejeté l'idée de la prépondérance de l'un ou de l'autre caractère, et l'on se sert pour interpréter

sagement la structure des corps organiques, de l'ensemble des caractères qu'ils présentent, attendu que cette structure elle-même est le résultat d'un nombre considérable de facteurs, et en biologie on peut dire que nos erreurs dépendent de la connaissance incomplète que nous avons de la totalité des facteurs qui ont déterminé les phénomènes. Plus nous découvrons les facteurs divers qui ont contribué à la manifestation d'un fait, plus nous nous rapprochons de la vérité.

La structure de la vallée de la Senne nous apparaît comme un phénomène complexe; si nous faisons appel, pour tenter de l'expliquer, au facteur tectonique ou au facteur stratigraphique pris isolément, nous faisons fausse route; mais nous pensons nous rapprocher davantage de la vérité en faisant appel à la fois à l'un et à l'autre.

Nous avons fait intervenir à différentes reprises la structure de la vallée de la Senne dans l'explication de phénomènes qui se sont passés dans notre pays, surtout à l'époque primaire, et nous avons attiré l'attention sur ce fait que la structure géologique de la vallée est due à des mouvements qui se sont continués à tous les âges jusqu'à l'époque actuelle; nous allons examiner ces mouvements aux époques paniseliennne et bruxellienne, et combiner ces mouvements avec les phénomènes de sédimentation marine. La mer ypresienne s'est étendue sur les deux rives de la vallée de la Senne et nous devons croire, comme nous l'avons montré plus haut, qu'il a dû en être de même du Panisélien, soit que l'on considère celui-ci comme un étage spécial plus récent que l'Ypresien, soit qu'on le rattache, comme le veulent certains géologues, à l'étage sous-jacent; quoi qu'il en soit, après le dépôt des sables à *Cardita planicosta*, les sédiments superposés ypresien et panisélien devaient recouvrir les deux rives de la Senne, comme le montre le croquis suivant :



C'est le moment de faire intervenir ces phénomènes dynamiques qui, avons-nous dit, se sont fait sentir dans la vallée de la Senne à travers les temps géologiques.

Nous pensons donc qu'à la fin de l'époque panisélienne, c'est-à-dire pendant la régression de cette mer, la région du Brabant située à

l'Ouest de la vallée actuelle s'est affaissée comme le montre le schéma suivant :

		PANISELIEN.	
0.	PANISELIEN.	YPRESIEN.	E.
	YPRESIEN.		
	↓		

Lors de la transgression bruxellienne, la mer a raboté la région et a enlevé les sédiments paniseliens qui lui barraient le passage.

Elle a donc enlevé le Panisélien qui était resté debout et elle n'a respecté que les sédiments qui, par suite de l'affaissement, se trouvaient en dehors de son atteinte.

On peut se représenter l'état du pays après le dépôt des sables bruxelliens au moyen du croquis suivant :

	BRUXELLIEN.	BRUXELLIEN.	
0.	PANISELIEN.	YPRESIEN.	E.
	YPRESIEN.		

Puis un affaissement en sens contraire s'est effectué; la lèvre Est de la cassure est descendue de manière à présenter le dessin schématique ci-contre :

	BRUXELLIEN.		
0.	PANISELIEN.	BRUXELLIEN.	E.
	YPRESIEN.	YPRESIEN.	
		↓	

Les deux parties dénivelées de l'étage ypresien se sont retrouvées en contact; de même a eu lieu le contact anormal entre le Panisélien et le Bruxellien, et le Panisélien de la rive gauche de la Senne actuelle est resté surmonté d'un couronnement de sables bruxelliens. Puis est venue la transgression laekénienne, qui a raviné une partie des sables bruxelliens de la rive droite et la totalité du Bruxellien qui couronnait le Panisélien de la rive gauche, comme le montre le schéma suivant :

	LAÉKENIEN.	LAÉKENIEN.	
O.	PANISELIEN.	BRUXELLIEN.	E.
	YPRESIEN.	YPRESIEN.	

En faisant donc intervenir d'une manière concomitante les phénomènes tectoniques et sédimentaires, on arrive à une explication rationnelle de la structure géologique de la vallée de la Senne.

Il est, en effet, certain que ces deux ordres de phénomènes ne s'excluent pas; les mouvements tectoniques ne gênent pas la sédimentation et vice versa.

Il ne faut donc pas faire intervenir les phénomènes tectoniques après les phénomènes sédimentaires, comme on a une tendance à le faire trop souvent, mais il faut, dans certains cas, les considérer comme ayant agi simultanément, et la structure de la vallée de la Senne nous paraît être le résultat des deux facteurs tectonique et stratigraphique.

Le phénomène, circonscrit aux époques tertiaires comme il vient d'être dit, se réduit en somme au mouvement d'une cassure dont les deux bords ont joué alternativement à deux époques différentes et dans le même sens, comme l'indiquent les deux flèches des figures précédentes.

Plus simplement encore, on peut dire que *la lèvre occidentale de la faille s'est d'abord affaissée et que la lèvre orientale a suivi le mouvement peu après.*

Nous nous sommes contenté d'étudier le phénomène dans ses grandes lignes et nous nous sommes abstenu de parler ici des sédiments crétacés et primaires, que les sondages exécutés tout le long de la vallée de la Senne nous ont appris à connaître; mais nous nous

proposons de reprendre prochainement cet intéressant sujet et de montrer que l'allure du Crétacé ainsi que de la fameuse crête primaire du sous-sol bruxellois s'expliquent simplement par des mouvements identiques à ceux qui ont donné, d'après nous, naissance à la structure particulière des terrains tertiaires de la vallée de la Senne.

M. *Van den Broeck* croit pouvoir suggérer à M. *Simoens* un moyen de vérification matérielle de sa thèse. D'après celle-ci, par suite du mouvement alternatif de dénivellation qui se serait produit le long de la vallée de la Senne, le Panisélien, à un moment donné, et après s'être étendu uniformément, au-dessus de l'Ypresien, sur les plaines de droite et de gauche du site de Bruxelles, aurait formé un massif en relief sur la rive droite, sous l'influence de l'action dénivellatrice de la faille (1).

Ce serait, suivant la thèse de M. *Simoens*, l'arrivée ultérieure de la mer bruxellienne qui aurait raviné et arasé ce massif panisélien de la région de droite. Ce déblai opéré et le Panisélien surélevé de ces parages ayant ainsi disparu, les eaux de la mer bruxellienne se seraient uniformément étendues des deux côtés du site de la vallée actuelle.

Mais s'il en est ainsi, il semble que, s'il existe dans les sédiments paniséliens des éléments lithologiques ou plutôt minéralogiques qui généralement manquent dans le Bruxellien, ils devraient toutefois se retrouver vers la base et dans la partie inférieure du Bruxellien de la rive droite, qui a arasé le massif surélevé panisélien préexistant.

Au même titre, des fossiles remaniés paniséliens ont quelque chance de se trouver englobés dans les zones inférieures du Bruxellien de la rive droite, alors que l'on ne les rencontrera sans doute pas ailleurs, dans les régions où le phénomène de l'arasement panisélien n'a pu s'effectuer.

Peut-être que si l'un ou l'autre des spécialistes que pareille question pourrait intéresser voulait s'atteler à ce problème et demander, au microscope spécialement, une confirmation des vues de M. *Simoens*, ce serait un moyen, pense M. *Van den Broeck*, de contrôler matériellement

(1) Dans cet examen des effets de dénivellation, le raisonnement ci-après se base sur des mouvements dits de « relèvement ». Il serait peut-être plus correct de parler d'*abaissements* successifs d'une des lèvres de la faille, façon plus normale de produire des dénivellations. Cette correction ne modifie en rien le raisonnement, car la lèvre stable d'une faille joue le rôle d'une région *surelevée* vis-à-vis de la lèvre *abaissée*.

le bien fondé des vues qui viennent de nous être exposées par M. Simoens.

Le même raisonnement s'applique au Laekenien.

Le massif de gauche du Bruxellien, influencé à son tour par un second mouvement tectonique l'ayant amené en relief sur cette seule rive gauche, a, d'après les vues de M. Simoens, été balayé par les eaux de la mer laekenienne, qui, de même que le restant de l'Éocène, s'est ensuite étendue des deux côtés de la vallée de la Senne, recouvrant actuellement le Paniselien à gauche et le Bruxellien à droite.

La base du Laekenien de la rive gauche ne renfermerait-elle pas, sous forme de vestige de l'action d'arasement localisé dans ces parages, des éléments minéralogiques et paléontologiques appartenant au Bruxellien arasé? Mais ici la réponse aurait une valeur bien moindre, car nul n'ignore que le Laekenien a, généralement partout en Belgique, raviné et arasé des niveaux supérieurs du Bruxellien, dont il contient de nombreux fossiles et éléments remaniés, à commencer par les lits de *Nummulites laevigata* « in situ » que l'on ne retrouve plus nulle part en Belgique tels qu'on les observe à Cassel par exemple, et dans tout le bassin de Paris.

Quoi qu'il en soit et sans insister davantage, M. Van den Broeck pense qu'il y a là d'intéressantes et fructueuses recherches à faire, et il les signale en particulier à l'attention de son collègue M. le capitaine Mathieu.

M. Mathieu croit que les « minéraux rares » existent à peu près indifféremment dans divers terrains et qu'on a peu de chance, dans nos divers horizons de sables tertiaires, de trouver des matières caractéristiques autres que le mica et la glauconie, dont les dimensions, l'abondance et la rareté peuvent plus ou moins servir à caractériser certains de nos dépôts meubles. Quant aux fossiles remaniés, la question n'est pas de sa compétence.

La communication de M. Fr. Halet, *Sur un glissement de terrain aux environs de Renaix*, inscrite à l'ordre du jour, n'a pu, faute de temps, faire l'objet d'une communication orale. L'auteur, qui l'avait envoyée en manuscrit pour être lue en séance, se réserve de la reprendre ultérieurement.

Le Bureau en a toutefois admis l'insertion au procès-verbal.

Un glissement de terrain aux environs de Renaix, par
F. HALET, ingénieur agricole, Membre de la Commission géologique de Belgique.

C'est à la suite d'une notice insérée dans la *Gazette* du 3 mars 1904, et qui était intitulée : *Une montagne qui glisse*, que nous sommes allé à Renaix dans le courant du mois d'avril pour nous rendre compte du phénomène géologique qui s'y était manifesté.

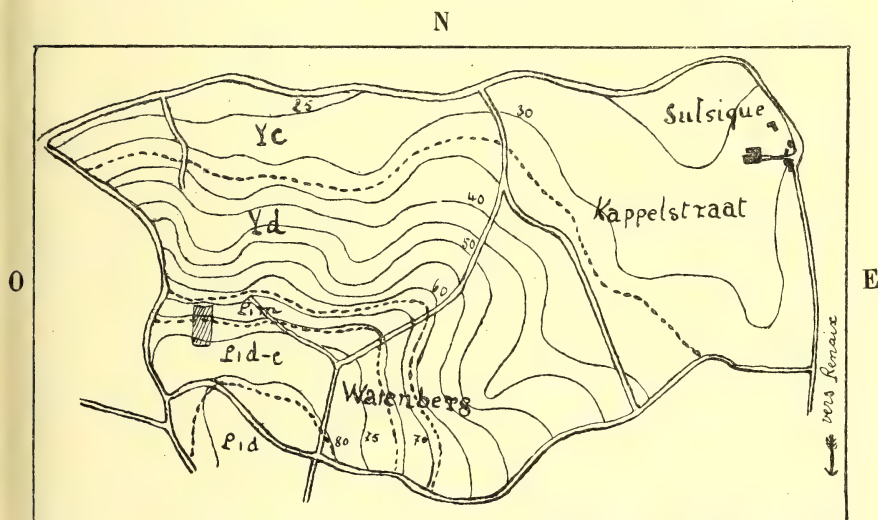


Fig. 1. — CARTE TOPOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE DE LA COLLINE DU WAIENBERG.

Au lieu d'une montagne, c'est une prairie qui a glissé; elle est située presque au sommet de la colline du Waenberg, sur la rive droite de l'Escaut, sur le territoire de la commune de Sulsique, à 7 kilomètres de Renaix, et dont les flancs exposés au Nord sont très escarpés. (Fig. 1.)

C'est à la suite des pluies torrentielles du mois de novembre 1903 que se sont manifestés les premiers phénomènes de glissement. Mais à la sortie de l'hiver, vers la fin février, il s'est produit une descente en masse, et toute la prairie a glissé d'une dizaine de mètres le long de la pente.

Le glissement s'est fait en forme de demi-cercle, et dans toute la partie supérieure de la prairie il y a eu une chute verticale (fig. 2, CD) de terrain de 1^m50; toutes les terres détachées sont éboulées vers le

bas de la pente, détruisant ainsi complètement la prairie qui, selon le propriétaire, était de première qualité. (Voir fig. 2.)

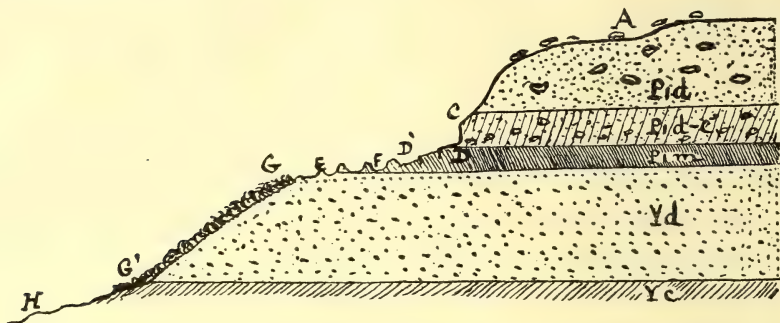


Fig. 2. — PROFIL LATÉRAL DE LA MONTAGNE.

C G. Prairie éboulée. — *G G'*. Éboulis. — *C D*. Descente verticale. —
E. Cônes. — *F*. Eau.

La sol est découpé par une rangée de petites crevasses perpendiculaires à la direction de la pente, et présentant une série de petites failles verticales, offrant les apparences d'un tremblement de terre en miniature.

Dans toute la partie de la prairie *D'G*, il s'est formé de petits monticules d'éboulis en forme de cônes séparés par de petites nappes d'eau ou étangs. Une grande partie des terres glissées sont descendues la partie la plus raide de la pente en *GG'*.

Ayant montré l'état des lieux, il nous reste à expliquer le phénomène géologique qui s'y est produit.

Le sommet de la colline du Waienberg (*A*), qui est situé à 85 mètres au-dessus de la mer, est composé de sable paniselien, et de nombreux grès sont visibles à la surface des champs : c'est le *P1d* de la légende de la Carte géologique.

Dans la prairie qui se trouve, comme nous l'avons dit, sur le flanc de la colline vers les deux tiers du sommet, on peut voir une coupe de 1^m50 de haut (*CD*), produite par la descente verticale des terres, et qui montre un sol composé d'argile sableuse et de grès. Quelques coups de bêche donnés à la base montrent une argile très plastique et collante qui ne peut être autre que le *P1m* de la légende.

Ce serait donc le sable argileux paniselien *P1d-c* qui, à la suite de très fortes chutes de pluie, aurait glissé sur l'argile paniseliennne *P1m*.

Immédiatement à côté de cette prairie s'en trouve une autre, qui, quoique étant contiguë à cette dernière et très humide, n'a pas bougé;

l'explication de ceci réside en ce que, au bas de cette prairie, dans la partie correspondant à GG', existe un petit bois qui a retenu les terres.

Ce phénomène de descente en masse étant très fréquent dans ces régions, toutes les collines à flancs trop raides devraient être boisées par des essences à racines pivotantes, méthode qui est adoptée du reste pour la plupart d'entre elles.

M. *Lejeune de Schiervel* entretient ensuite l'Assemblée de la session annuelle extraordinaire de la Société dans le Grand-Duché de Luxembourg et donne lecture du projet de programme.

Un échange de vues intervient au sujet de la date de la session, qui, de l'avis de l'Assemblée, serait fixée de préférence à la seconde semaine de septembre.

L'Assemblée, en fin de compte, charge M. *Lejeune de Schiervel* de s'entendre avec MM. *Jérôme* et consorts pour élaborer le programme définitif, qui sera ensuite soumis aux membres de la Société.

La séance est levée à 10 h. 50.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 14 JUIN 1904.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Le pétrole et les anticlinaux.

Le Service géologique des États-Unis doit publier sous peu un rapport préparé par W.-T. Griswold et présentant les résultats d'expériences spéciales qui ont eu pour objet de vérifier la théorie des anticlinaux dans ses rapports avec les gisements de pétrole et de gaz. On pourrait résumer la théorie, ou plutôt ce fait nouvellement établi, dans cette phrase : Partout où le gaz, l'huile et l'eau se trouvent en présence dans une formation quelconque susceptible de les contenir, ils se déposent entre eux conformément à leur gravité spécifique ; autrement dit, le gaz cherche le niveau le plus élevé ; au-dessous du gaz se trouve l'huile ; enfin, au-dessous de l'huile, c'est l'eau qui se dépose.

Nous avons pu prendre connaissance de quelques passages de ce rapport, qui nous permettent de constater qu'il offre un intérêt tout particulier. Parlant de la théorie des anticlinaux et de l'application qui en a été faite dans de récentes expériences, M. Griswold s'exprime ainsi : « Les couches épaisses de schiste qui constituent une partie importante des roches sédimentaires du terrain contenant l'huile et le gaz doivent être regardées probablement comme les sources de cette huile et de ce gaz. » Ces deux hydrocarbures, en effet, s'étant formés en quantités très petites, à l'état de dissémination sur un terrain très vaste, ont été chassés du schiste et forcés de péné-

trer dans une couche poreuse adjacente, partout où pareille formation poreuse se trouve en juxtaposition avec le schiste pétrolifère.

Ces couches poreuses sont saturées d'eau; d'après la nature de leur formation, elles doivent avoir été ainsi saturées dès le temps de leur dépôt primitif. Les couches poreuses se composent habituellement de grès; dans quelques cas, cependant, elles se composent de calcaire, qui a été soumis à des conditions de cristallisation donnant à la roche une structure particulière.

Admettons maintenant qu'une bulle de gaz et une goutte d'huile soient forcées de passer du schiste subjacent dans un grès poreux déjà saturé d'eau : la marche naturelle de ces deux particules, étant donnée leur gravité spécifique, essaiera de s'ouvrir un chemin vers le haut à travers la roche arénacée, jusqu'à ce qu'elle atteigne un toit ou, autrement dit, une couche imperméable : elles resteront là si le chapeau ou la partie qui recouvre la couche poreuse est parfaitement horizontale.

Si, au contraire, la roche formant le chapeau a une inclinaison donnée, il y aura tendance de la part des hydrocarbures à ramper le long de la roche, en se dirigeant toujours vers le haut de la couche, jusqu'au moment où ils rencontreront une plongée dirigée en sens inverse : à ce point, les hydrocarbures viendront s'accumuler, le gaz occupant les parties les plus élevées; l'huile sera directement au-dessous du gaz et reposera sur l'eau.

En admettant l'existence d'une couche poreuse continue, entièrement remplie par l'eau, nous ne nous conformons pas absolument à la vérité. En effet, les roches arénacées présentent tous les degrés possibles de porosité : une même couche varie fréquemment depuis le conglomérat grossier à gros cailloux, offrant entre eux de grands espaces, à travers lesquels n'importe quel fluide peut s'écouler avec un frottement très faible, jusqu'au grès du grain le plus fin, à travers lequel le passage d'un liquide est long et difficile.

Sur d'autres points, les grains de sable peuvent être réunis par un ciment de calcaire, d'oxyde de fer ou de silice, de manière à constituer des roches arénacées pratiquement impénétrables au fluide.

Ces différences dans les couches-réservoirs peuvent, en un temps quelconque, causer des résultats qui diffèreraient complètement des conditions qu'on peut attendre de la théorie des anticlinaux.

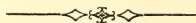
Il est donc évident que trois facteurs inconnus et d'importance affectent l'accumulation de l'huile, en addition aux conditions fondamentales qui s'appliquent à un schiste pétrolifère, juxtaposé à une couche poreuse convenablement recouverte par un terrain imperméable.

La première et la plus importante est la condition interne du sable, qui doit être de nature à permettre le passage du fluide entre ses particules. La deuxième est la quantité de l'eau dans la couche poreuse et qu'il est important de connaître pour déterminer jusqu'à quel point, par rapport à la structure, on peut s'attendre à l'accumulation de l'huile. La troisième est la structure géologique ou, pour parler plus clairement, l'inclinaison de la couche poreuse. Si les couches ont, sur une très grande étendue, une inclinaison graduelle et régulière, les probabilités seront qu'il n'y a pas eu d'accumulation d'une valeur économique, mais que les quantités qui ont pénétré la couche poreuse sont distribuées d'une manière égale le long de la surface supérieure de cette couche.

Les deux premiers facteurs, relatifs à la porosité de la roche et au degré de sa saturation, ne sauraient être déterminés que par la méthode coûteuse du sondage. Le troisième, au contraire, dans certaines localités, pourrait être, sur une très large échelle, élucidé par une étude géologique faite avec soin.

Il est évident que si le chapeau de la formation pétrolifère constitue la surface actuelle du sol, de telle manière que les inclinaisons avec leurs points les plus élevés et les plus bas se trouvent être visibles, il serait très facile de choisir les points probablement les plus favorables pour recueillir l'huile et le gaz.

(*Journal du Pétrole.*)



SÉANCE MENSUELLE DU 19 JUILLET 1904.

Présidence de M. X. Stainier, Président.

La séance est ouverte à 8 h. 45.

Correspondance :

M. le *Secrétaire* donne lecture de la lettre suivante de M. E. Van den Broeck, Secrétaire général :

MON CHER PRÉSIDENT,

Je suis heureux de pouvoir vous annoncer la distribution très prochaine, c'est-à-dire avant la séance du 19 juillet, du fascicule I-II du *Bulletin* de 1904.

Ce fascicule contiendra tous les procès-verbaux des séances de janvier à juin inclus, ainsi que les divers mémoires remis jusqu'à ce jour.

Nous serons donc complètement en règle vis-à-vis de la Société, ce qui me permettra de prendre un congé de repos, d'autant plus mérité que mes travaux personnels pour la Carte, qui seront terminés cette semaine, m'ont absorbé complètement depuis un certain temps.

J'espère pouvoir m'absenter dans une dizaine de jours et jusque vers la mi-août. Je n'assisterai donc pas à la prochaine séance, et je vous serais reconnaissant de bien vouloir m'en excuser auprès de mes collègues. Notre Secrétaire, M. Lejeune de Schiervel, que j'ai vu à ce sujet, me remplacera.

Recevez, mon cher Président, la nouvelle assurance de mes meilleures cordialités.

Le Secrétaire général,

E. VAN DEN BROECK.

L'Association française pour l'avancement des sciences annonce qu'elle tiendra son prochain Congrès à Grenoble, le 4 août 1904.

M. le professeur *Kilian*, de Grenoble, signale que le sismographe *Kilian-Paulin*, installé à la Faculté de Grenoble, a enregistré : le 12 juillet, une forte secousse sismique à 5 h. 40 m. 55 s. du matin, heure du méridien de Paris, direction Nord-Est-Est; et le 13 juillet, une nouvelle secousse sismique à 5 h. 14 m. 4 s., même direction, mais moins forte que la précédente. (*Remerciements.*)

M. le capitaine *Mathieu* demande à faire une courte communication sur la *Roche porphyroïde de Grand-Manil*.

M. le *Secrétaire* dépose sur le bureau le fascicule I-II du *Bulletin* de 1904, contenant les procès-verbaux des séances du premier semestre; ces procès-verbaux sont approuvés sans observation.

M. *Kemna* développe ensuite les inconvénients que présente, pour les travailleurs, l'organisation actuelle du service de la Bibliothèque royale, laquelle ne permet le prêt à domicile d'aucun ouvrage.

Les récents événements survenus dans cet établissement scientifique et les remaniements qui en seront la conséquence lui ont suggéré l'idée de demander au Bureau d'examiner la possibilité d'adresser à M. le Ministre, de la part des diverses Sociétés savantes et principalement de l'Académie royale des Sciences, à laquelle serait dévolue la présidence du groupement, une demande d'audience afin de lui exposer les griefs des travailleurs et de solliciter en faveur de ceux-ci des facilités beaucoup plus grandes pour la consultation des livres dont ils peuvent avoir besoin. — Renvoi au Bureau.

M. le *Secrétaire* donne connaissance des derniers renseignements qu'il a reçus au sujet de l'organisation de la session annuelle dans le Grand-Duché de Luxembourg.

L'Assemblée est d'accord pour ne donner à cette session qu'une durée de cinq jours, à dater du 5 septembre.

M. le *Secrétaire* est chargé de la rédaction du programme définitif de cette réunion.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

4417. *Andrimont, R. (d'). L'alimentation des nappes aquifères. Liège, 1904.*
Extrait in-8° de 31 pages.

4418. **Andrimont, R. (d').** *Note complémentaire à l'étude hydrologique du littoral belge.* Liège, 1904. Extrait in-8° de 19 pages.
4419. **Andrimont, R. (d').** *Les filons de perchblende de Joachimsthal (Bohême). Les filons cuprifères de Graslitz-Klingenthal (Bohême et Saxe).* Liège, 1904. Extrait in-8° de 7 pages.
4420. **Andrimont, R. (d').** *Chamoisit Lager de Nučice (Prague).* Liège, 1902-1903. Extrait in-8° de 4 pages.
4421. **Andrimont, R. (d').** *Note sur les causes et l'intensité du jaillissement de l'eau que donnent les nappes captives lorsqu'elles sont atteintes par un forage dit « artésien ».* Liège, 1904. Extrait in-8° de 6 pages.
4422. **Arcidiacono, S.** *Sui recenti terremoti Etnei.* Catane, 1903. Extrait in-8° de 7 pages.
4423. **Cayeux, L.** *Géologie des environs de Nauplie. Existence du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé en Argolide (Grèce).* Paris, 1904. Extrait in-8° de 19 pages.
4424. **Foureau, F.** *Découverte de gîtes fossilifères dans le Djoua, à l'Est de Timassânine (Sahara).* Paris, 1904. Extrait in-8° de 3 pages.
- » **Haug, E.** *Sur la faune des couches à Ceratodus crétacés du Djoua, près Timassânine (Sahara).* Paris, 1904. Extrait in-8° de 3 pages.
4425. **Hepites, St.-C.** *Cutremurele de Pamint din Romania in anul 1903 st. n. si Lucrarile primelor doue conferinte sismologice internationale (Nota a Noua).* Bucarest, 1904. Extrait in 4° de 13 pages.
4426. **Kilian, W.** *Notes sur la tectonique des Alpes françaises.* Grenoble, 1904. Extrait in-8° de 10 pages.
4427. **Kilian, W.** *Note sur le Jurassique moyen dans les Alpes françaises.* Grenoble, 1904. Extrait in-8° de 6 pages.
4428. **Kilian, W.** *Sur l'origine de la structure en éventail des Alpes françaises.* Paris, 1903. Extrait in-8° de 8 pages.
4429. **Krzyzanowski, J., et Wysocki, St.** *Nouveau système pour combattre les incendies dans les mines.* Paris, 1904. Extrait in-8° de 41 pages et 3 planches.
4430. **Le Couppey de la Forest, M.** *Sur les bassins de décantation.* Paris, 1904. Extrait in-8° de 8 pages.

4431. **Le Couppey de la Forest, M.** *Sur la construction, la conduite et la surveillance rationnelles des filtres à sable et sur les qualités hygiéniques des eaux produites par de pareils filtres aux États-Unis d'Amérique.* Paris, 1904. Extrait in-8° de 30 pages.
4432. **Le Couppey de la Forest, M.** *Quelques grottes des États-Unis d'Amérique.* Paris, 1903. Extrait in-8° de 21 pages et 3 planches.
4433. **Ricco, A.** *Determinazione della gravita relativa sull'Etna nella Sicilia orientale, nelle Eolie e nella Calabria.* Modène, 1904. Extrait in-8° de 10 pages et 2 planches.
4434. **Ricco, A.** *Fondo del cratere centrale dell'Etna.* Modène, 1903. Extrait in-8° de 4 pages et 2 figures.
4435. **Ricco, A.** *Anomalie del magnetismo terrestre in relazione alle anomalie della gravita ed alla attivita sismica nella Sicilia orientale.* Catane, 1904. Extrait in-4° de 3 pages.
4436. **Ricco, A.** *Sul colore delle acque. Nota III e recensione.* Catane, 1904. Extrait in-8° de 6 pages.
4437. **Schulz-Briesen, B.** *Die linksrheinischen Kohlen- und Kalisalz-Aufschlüsse und das Minettelager der Bohrung Bislich.* Essen, 1904. Brochure in-8° de 28 pages et 1 planche.

2° Extraits des publications de la Société :

4438. ... *Le Stratamètre.* Procès-Verbaux de 1904. 5 pages (2 exemplaires).
4439. ... *La « Bibliothèque des Sociétés savantes de Bruxelles ».* Procès-Verbaux de 1904. 4 pages (2 exemplaires).
4440. **J. Cornet.** *Sur la signification morphologique des collines des Flandres.* Mémoires de 1904. 10 pages (2 exemplaires).
4441. **Cuvelier, E., et Dubuisson, L.** *Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.* Mémoires de 1904, 19 pages (2 exemplaires).
4442. **Deladrier, E.** *Essai d'une Carte tectonique de la Belgique.* Mémoires de 1904. 13 pages et 1 planche (2 exemplaires).
4443. **Montessus de Ballore, F. (de).** *Les Andes méridionales sismiques.* Mémoires de 1904. 27 pages et 1 planche (2 exemplaires).

4444. **Putzeys, E.** *Les ressources de la Campine en eau potable. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique.* Procès-Verbaux de 1904. 4 pages (2 exemplaires).
- » **Rutot, A.** *Sur les ressources en eau potable de la Campine anversoise.* Procès-Verbaux de 1904. 2 pages (2 exemplaires).
4445. **Rutot, A.** *Le puits artésien de la gare de Mouscron.* Procès-Verbaux de 1904. 3 pages (2 exemplaires).
4446. **Rutot, A.** *Essai d'évaluation de la durée des temps quaternaires.* Procès-Verbaux de 1904. 11 pages (2 exemplaires).
4447. **Simoens, G.** *Sur la présence de cherts dans le Calcaire devonien.* Procès-Verbaux de 1904. 3 pages (2 exemplaires).
4448. **Simoens, G.** *Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast.* Procès-Verbaux de 1904. 6 pages (2 exemplaires).

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

MM. D'ANDRIMONT, RENÉ, ingénieur des mines, rue Monulphe, à Liège;
Le docteur FRANÇOIS SCHOofs, rue des Guillemins, 86, à Liège.

Communications :

M. le capitaine *Mathieu* fait part des observations microscopiques qu'il a entamées sur la roche porphyroïde signalée à Grand-Manil par M. Malaise, à 100 mètres environ au Nord du gisement bien connu d'eurite. Il y a reconnu une pâte microfelsitique sillonnée de séricite, dans laquelle sont enchâssés des fragments de quartz limpide avec inclusions gazeuses, vitreuses et liquides, les uns nettement brisés, les autres arrondis et provenant probablement d'un porphyre quartzifère; des fragments plus rares de feldspath plagioclase; des lamelles de mica coloré; des cristaux accessoires de zircon et d'anatase. Mais il manque de renseignements stratigraphiques sérieux pour pouvoir mener à bonne fin cette étude.

A la demande de M. *Prinz*, M. *Mathieu* indique que l'anatase obser-

vée est incolore et se présente sous forme de cristaux très petits, avec pointement aigu, qui le distingue du zircon.

M. *Stainier*, à la suite de la communication du capitaine Mathieu, expose les déductions qu'il croit pouvoir tirer des observations qu'il a faites sur les roches de Grand-Manil. Il a fait parvenir à ce sujet la note suivante :

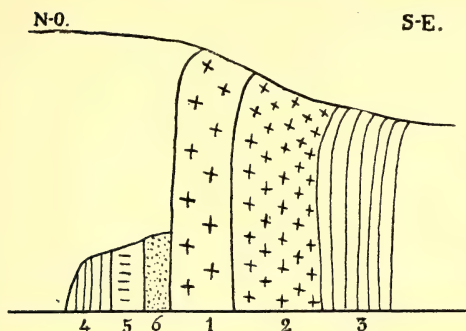
Du caractère éruptif de la porphyroïde de Grand-Manil,
par X. STAINIER, professeur de géologie à l'Université de Gand.

De l'étude microscopique à laquelle s'est livré le commandant Mathieu sur la porphyroïde de Grand-Manil, étude dont il vient de communiquer les résultats préliminaires à la Société, il semblerait résulter que cette porphyroïde est une roche clastique.

Or l'étude des conditions de gisement de cette roche remarquable ne me semble pas corroborer cette opinion, et c'est ce qui m'amène à discuter ici la question. Cette porphyroïde a, comme on le sait, été découverte récemment grâce aux actives recherches de M. Malaise, qui l'a décrite (1) pour la première fois. Ayant eu la bonne fortune de visiter le gîte en compagnie de M. Malaise, très peu de temps après sa découverte, j'y ai observé des faits qui me semblent incompatibles avec une origine sédimentaire pour la totalité de cette roche intéressante. Pour l'intelligence de ce que je vais dire, je joins ici un croquis de l'excavation qui a été ouverte par les soins de M. Malaise.

Ce qu'il y a de remarquable dans cette coupe, c'est la présence d'une sorte de cornéenne, ou de roche métamorphique, au Nord-Ouest et par conséquent géologiquement en dessous de la porphyroïde. On voyait de la façon la plus nette, dans le gîte, la roche silurienne du n° 4 passer insensiblement à une roche de plus en plus massive, plus dure et plus siliceuse en s'approchant de la porphyroïde. Au Sud-Est par contre, on voit la porphyroïde passer de la façon la plus insensible à une porphyroïde évidemment clastique et sédimentaire. Au-dessus de celle-ci, vers le Sud-Est, arrivait un schiste nullement métamorphique. Ajoutons, comme l'avait déjà fait remarquer M. Malaise, que les roches siluriennes diffèrent suivant qu'on les observe au Nord-Ouest ou au Sud-Est de la porphyroïde, fait qui pourrait peut-être être attribué au métamorphisme.

(1) Cf. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 1902, BULLETIN.



1. Porphyroïde en bancs, se montrant beaucoup plus massive et plus fraîche du côté du Nord-Ouest et passant insensiblement au terme suivant. Épaisseur : environ 0^m50.
2. Porphyroïde beaucoup plus schisteuse, plus tendre, très altérée et bondée de fossiles (spécialement de petits fossiles). Épaisseur : environ 1^m25.
3. Schiste silurien foncé, bleuâtre, très feuilleté.
4. Schiste silurien plus grossier, gris verdâtre, beaucoup moins feuilleté.
5. Schiste silurien très siliceux, grisâtre. Environ 0^m20.
6. Roche siliceuse grise à grain extrêmement fin, extrêmement tenace. Épaisseur : environ 0^m15.

N. B. — A l'affleurement, toutes ces roches sont repliées, par suite du phénomène bien connu de repliement de la tête des bancs suivant la pente.

Au vu des faits qui précèdent, il me semble difficile de nier que la porphyroïde est une coulée de roche éruptive sous-marine qui s'est épanchée à l'état igné sur les sédiments siluriens en voie de formation. Ces sédiments, elle les a métamorphosés au contact en produisant une auréole métamorphique de peu de puissance, chose explicable en présence du peu d'épaisseur de la nappe éruptive. Pendant l'arrivée de cette nappe éruptive, ou immédiatement après, les flots de la mer silurienne ont remanié sur place la porphyroïde, et c'est pendant ce remaniement qu'une faune abondante est venue s'installer dans la porphyroïde remaniée. La sédimentation silurienne normale, peut-être un peu modifiée, a ensuite repris son cours et a formé le schiste feuilleté n° 3.

Telle est, croyons-nous, la succession de faits qui a produit le gisement si remarquable, malgré ses dimensions exigües, de la porphyroïde de Grand-Manil.

Si maintenant la totalité de la roche, même la partie inférieure, qui ne paraît avoir subi aucun remaniement par les flots, visible à l'œil

nu, semble, par sa structure en bancs, par l'arrondissement net de beaucoup de ses cristaux de quartz les plus volumineux, si cette partie même, dis-je, semble à M. Mathieu, comme aussi d'ailleurs à M. Malaise, d'origine clastique, la chose peut selon moi s'expliquer assez aisément.

Cette question d'ailleurs n'est pas nouvelle. On sait, en effet, qu'elle s'est posée pour bon nombre de roches éruptives de Belgique qui, comme la porphyroïde de Grand-Manil, se présentent volontiers interstratifiées, en parfaite concordance dans le Cambrien ou le Silurien, et qui ont pris macroscopiquement une texture schistoïde et microscopiquement une texture phylliteuse étirée, avec arrondissement des arêtes des gros éléments cristallins.

Dans leur grand mémoire sur les roches éruptives de Belgique (1), MM. de la Vallée Poussin et Renard, entraînés par l'aspect gneissique et feuilleté de la plupart des roches cristallines du massif cambrien de Rocroi, comme aussi par l'aspect clastique que présentaient au microscope les gros éléments cristallins de ces roches, pour ces raisons, dis-je, ces pétrographes leur avaient attribué une origine sédimentaire.

Mais plus tard, à la suite des progrès de la science lithologique, à la suite surtout du magistral ouvrage de J. Lehmann (2), où l'on voyait si clairement montrées les modifications que peuvent subir les roches cristallines sous l'influence des forces dynamiques de pression et d'étiement, MM. de la Vallée Poussin et Renard (3) abandonnèrent leur idée première, et dès 1883, lors de l'excursion de la Société géologique de France dans les Ardennes, ils se rallièrent à l'origine éruptive de ces roches.

Le cas nous semble absolument pareil pour la porphyroïde de Grand-Manil. Si les phénomènes tectoniques qui ont si vivement accidenté l'Ardenne ont pu métamorphoser complètement les puissantes nappes de roches plutoniennes de cette contrée, pourquoi les mêmes actions, agissant sur le massif silurien du Brabant, n'auraient-elles pas pu transformer aussi la roche de Grand-Manil, dont la nature éruptive est si nettement soulignée par la présence d'une auréole de métamorphisme, inconnu en Ardenne?

Les schistes siluriens de Grand-Manil ont été, eux aussi, bouleversés

(1) *Mémoires couronnés de l'Académie royale de Belgique*, t. XL, 1876, in-4°.

(2) LEHMANN, J., *Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine*, etc. Bonn, 1884.

(3) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3^e série, t. XI. — Voir aussi : DE LA VALLÉE POUSSIN et RENARD, *Note sur le mode d'origine des roches cristallines de l'Ardenne française*. (ANN. SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. XII, *Mém.*, p. 11.)

et soulevés jusqu'à atteindre la verticale, et, durant ces bouleversements, quelle n'a pas dû être l'énergie des forces qui ont agi sur l'infime nappe éruptive de Grand-Manil, laminée au milieu des grandes masses sédimentaires qui l'enveloppaient !

A une faible distance au Sud de cette porphyroïde, il existe d'ailleurs un gîte de roche éruptive dont la nature intrusive et plutonienne ne saurait être niée et qui, pour la plupart des auteurs qui s'en sont occupés, semble aussi, comme la porphyroïde, s'être épanchée au milieu des sédiments en voie de formation.

Ajoutons, pour terminer, que nous comptons remettre au commandant Mathieu les échantillons que nous avons recueillis à Grand-Manil, et que nous espérons que l'étude qu'il en fera donnera lieu à utiles déductions.

La parole est continuée ensuite à M. *Stainier* pour la communication ci-après :

Sur des minéraux du terrain houiller de Belgique, par
X. STAINIER, professeur de géologie à l'Université de Gand.

La connaissance des gisements de minerais du terrain houiller de Belgique a fait, depuis très peu de temps, de notables progrès par suite de plusieurs notes intéressantes qui ont été publiées par M. J. Smeysters sur des filons métallifères rencontrés dans le bassin de Charleroi dans ceux charbonnages contigus. Pour battre le fer tant qu'il est chaud, je sors également de mes notes quelques faits destinés à compléter cette série de trouvailles intéressant notre bassin houiller, toujours si riche en particularités de tout genre.

A. BLENDE.

La blende paraît être un minéral fort abondant dans le terrain houiller. Elle a été signalée jadis par M. Jaquemart au puits du Perron du charbonnage du Bois-d'Avroy. J'ai également signalé sa présence dans le mur d'une veinette du charbonnage de Spy et elle a été rencontrée au charbonnage de Bonne-Espérance, à Herstal, par M. Bertiaux, qui l'a aussi trouvée dans le mur d'une couche de houille. Enfin, disons qu'elle a aussi été observée par M. Smeysters en compagnie de la galène dans les filons métallifères qu'il a décrits et qui se trouvaient dans des fissures de grès situés au mur de veinettes. A cette liste, je puis ajouter trois nouveaux gisements.

Charbonnage de Burton, à Saint-Georges.

Dans la grande galerie d'écoulement dite de la Mallieue, on exploite dans les plateaux du Nord une veine appelée Flairante, qui, dans son mur, a un niveau épais de grès extrêmement dur, au sein duquel se trouvent des bancs peu épais d'une sorte de véritable quartzite blanchâtre ou grisâtre, extrêmement vitreux et qui correspond géologiquement et lithologiquement à la célèbre roche du Houiller d'Angleterre appelée Gannister. Cette roche est traversée de nombreuses veines de quartz cristallin, dans lesquelles se trouvent enclavés de gros cristaux de blende transparente à aspect de colophane et se rapportant de la façon la plus parfaite à la variété de blende dite des Asturies, parce qu'on l'exploite dans ce pays, dans la chaîne des Picos de Europa. La découverte de ce gisement est due à M. Dehousse, directeur du charbonnage en question, appartenant, comme plusieurs charbonnages voisins, à la société de la Nouvelle-Montagne. J'ajouterai, sans vouloir pour cela établir la moindre connexion entre les deux faits, que ce gisement est dans le méridien et à proximité du gisement de zinc exploité par la même société, à la Mallieue, au bord Sud du bassin houiller.

Charbonnage de Ressaix.

Au puits n° 1 du charbonnage de Ressaix, au nouveau Nord de l'étage de 172 mètres, on a traversé un banc de grès très disloqué situé entre les veines Louise et Sans-Nom, et sous le mur de la première. Ces veines sont là en dressant renversé. Ce banc de grès était traversé de crevasses d'environ 2 centimètres de largeur et qui constituaient de véritables filons métallifères en miniature appartenant à la catégorie des filons concrétionnés. En effet, sur chaque éponte de la crevasse, on rencontrait d'abord une couche d'environ 0^m005 de pyrite fibro-radiée, à surface mamelonnée. Une couche de blende très mince (une fraction de millimètre) tapissait ensuite cette surface mamelonnée d'une façon continue, puis venaient par places des mamelons isolés ou des plaques de calcite translucide, jaune, à éclat gras, à facettes courbes, et la pointe des cristaux tournée vers le centre de la crevasse, qui était généralement vide. En d'autres mots, on voyait là tous les caractères les plus frappants des filons métallifères dont le remplissage s'opère par voie de dépôts successifs sur les parois de

crevasses métallifères. Je dois la connaissance de ce gisement à M. J. Dupont, anciennement directeur des travaux du charbonnage de Ressaix.

Charbonnage de Biquet-Gorée.

M. M. Hallet, directeur des travaux de ce charbonnage, a bien voulu me montrer des échantillons de blende provenant de filons de quartz qui traversent un banc de grès très dur qui se trouve immédiatement au mur d'une veinette située au-dessus de la veine Belle-et-Bonne (à 67 mètres au Sud de cette veine, dans la baccure d'exhaure de l'étage de 65 mètres). Cette veine, chose importante, est certainement l'équivalent de la veine Flairante du charbonnage de Burton dont nous avons parlé plus haut et, fait intéressant, la blende présente aussi à Biquet, comme à Burton, l'aspect de blende des Asturies. Comme le niveau de grès qui se trouve au mur de cette veine se retrouve dans tout le bassin, il serait intéressant de rencontrer ailleurs ces gisements métallifères. Il est possible que les échantillons de blende trouvés sur le terri du puits du Perron proviennent du même niveau, car à ce puits on a traversé un grand nombre de fois le grès épais et dur qui se trouve au mur de la même veine, appelée là : veine Lairesse.

Avant d'abandonner ce chapitre des gisements de blende du Houiller, nous ferons remarquer, sans en dire davantage aujourd'hui, cette circonstance curieuse, et sans doute nullement fortuite, que tous les gisements dont la position stratigraphique est connue (ce n'est pas le cas pour celui du puits du Perron) se trouvent dans des bancs de grès situés dans le mur de couches de houille.

B. — GALÈNE.

Charbonnage de Marihaye.

Je dois à M. Dehousse, dont j'ai cité le nom précédemment et qui était auparavant ingénieur au charbonnage de Marihaye, la connaissance d'un fait de grand intérêt. Au puits Fanny de ce charbonnage, le grès puissant et si caractéristique qui existe au mur de la veine Stenaye renferme parfois, en quantité, de très petits cristaux de galène.

Pour donner à ce fait toute sa valeur, je dirai que le grès en question est bien certainement le correspondant exact d'un des bancs de grès à filons galénifères signalés par M. Smeysters dans le pays de Charleroi.

C. CHALCOPYRITE.

La chalcopryrite a déjà été signalée primitivement dans le pays de Liège par M. Ad. Firket au charbonnage des Six-Bonniers et par M. L. de Koninck dans un grès de Pontisse (dans le périmètre de la concession d'Abhooz).

Charbonnage d'Abhooz.

Grâce à l'obligeance de M. Wéry, directeur-gérant du charbonnage d'Abhooz, je suis à même de pouvoir préciser la position d'un gisement de grès avec chalcopryrite, qui est peut-être le même que celui que M. de Koninck a étudié précédemment et qui provenait de la surface.

Dans la bacnure Nord, à l'étage de 210 mètres, on a traversé, entre les veines dites Grande veine des Dames et Grande veine d'Oupeye, un banc de grès gris vitreux très dur, dont les surfaces de cassure sont parfois tapissées d'enduits de chalcopryrite. Ce banc de grès est situé à une distance de 75^m35 normalement au-dessus de la Grande veine d'Oupeye.

Charbonnage du Bois-d'Avroy.

M. Tillemans, ingénieur divisionnaire au puits du Grand-Bac, a découvert dans un banc de grès calcarifère situé vers 1^m50 au-dessus de la veine Wicha, à l'étage Nord de 450 mètres, des fissures ou crevasses tapissées de beaux cristaux limpides de calcite assez volumineux ainsi que de beaux et gros cristaux de quartz limpide et bipyramidé. Sur la calcite sont implantés d'innombrables et minuscules échantillons de pyrite et de chalcopryrite, la plupart très bien cristallisés.

D. BARYTINE.**Charbonnage de Soye.**

La barytine est assez abondante dans le Houiller supérieur du bassin de Mons, comme nous le savons d'après les notes publiées par MM. Ad. Firket, Watteyne, etc. Elle existe également dans le Houiller moins élevé du charbonnage d'Havré, où je l'ai signalée. Je l'ai aussi rencontrée dans le Houiller beaucoup inférieur du charbonnage

de Soye, ce qui témoigne de sa diffusion dans le Houiller, tant dans le temps qu'en surface.

Cette barytine se trouvait à Soye dans des veines quartzeuses traversant un banc de grès presque vertical, rencontré à la profondeur de 30 mètres dans un puits de recherche qualifié de puits n° 1, et situé dans le bois royal de Soye, le long d'un chemin et à 237 mètres au Sud de la chapelle Saint-Hubert. Cette barytine, un peu rosée, était accompagnée de mouches de pyrite. La position de ce banc de grès n'est pas connue exactement, mais il se trouve certainement entre la veine Léopold et le poudingue houiller.

Pour terminer ce que nous avons à dire au sujet de ces gisements de minéraux du Houiller, nous dirons quelques mots de leur formation.

Pour nous, ce mode de formation est bien simple à élucider. Tous ces gîtes se trouvent uniquement dans les bancs de grès houiller, la seule roche de ce terrain susceptible de présenter des fissures qui restent ouvertes. Les minerais métallifères existent en quantités minimes, très disséminées dans beaucoup de roches sédimentaires. Les eaux circulant dans les grès fissurés se chargent de ces produits métallifères, qu'elles vont déposer par après dans les crevasses béantes, où elles s'évaporent. L'origine des filons métallifères en question est donc la même que celle des veines de quartz, si fréquentes dans les grès purs du Houiller, veines de quartz presque toujours en relation d'ailleurs avec les filons métallifères. Ce seraient donc des filons formés par transsudation des parois, d'après la théorie exposée, il y a plusieurs siècles déjà, par Agricola dans son célèbre ouvrage *De re metallica*. Cette théorie a été, comme on le sait, reprise de notre temps avec éclat, notamment par Sandberger, et elle s'applique très adéquatement à l'origine de quelques gîtes métallifères, mais il faudrait se garder de l'appliquer à outrance.

Dans l'espèce, c'est de loin la façon la plus simple et la plus naturelle d'expliquer la formation des gîtes minéraux du terrain houiller de Belgique. Nous dirons pour terminer que le terrain houiller des autres pays doit présenter des gisements semblables, car, coïncidence curieuse, au moment où M. Smeysters annonçait la découverte de l'intéressant filon de galène du charbonnage d'Amercéeur, on signalait la rencontre d'un filon de même minéral dans le bassin houiller de Newcastle, en Angleterre.

M. Stainier résume ensuite son travail sur la *Stratigraphie du bassin houiller de Liège*, qu'il destine aux *Mémoires*.

M. *Lejeune de Schiervel*, s'aidant de coupes, présente le travail qu'il a élaboré avec M. F. Halet, sous le titre : **Coupe transversale de la vallée de la Senne, à Bruxelles**. L'assemblée en décide l'impression aux *Mémoires*.

M. *Rutot* expose les remarques suivantes au sujet de ce travail :

Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Paniselien, par A. Rutot, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles.

A la suite de la communication de MM. Ch. Lejeune de Schiervel et F. Halet, M. Rutot dit que la remise en question du problème de la vallée de la Senne l'a fort étonné, et tout particulièrement le récent travail de M. Simoens, qui, partant de l'existence soi-disant certaine de la faille, se met à nous expliquer le mécanisme de sa formation d'une manière aussi ingénieuse qu'inutile.

En effet, avant 1880, il a été question de la faille lorsque, en présence de quelques observations rudimentaires, on constatait des différences de superpositions sur les deux rives de la Senne.

Mais depuis 1880, les levés géologiques à grande échelle, accompagnés de nombreux sondages et d'observations en profondeur, ont été effectués, et dès 1883, des coupes précises ayant été établies, l'hypothèse de la faille a été écartée définitivement comme contraire aux faits existants.

Il suffit de consulter la feuille au $1/20\,000$ de la Carte géologique détaillée de la Belgique, publiée en 1883 avec le texte de 210 pages et les planches qui l'accompagnent ; il suffit de regarder planche I, diagrammes médian et latéral droit, et planche II, figures 2, 3 et 4, pour reconnaître, conformément à l'explication des planches donnée en face, la continuité du biseau bruxellien sur la rive gauche de la Senne entre Laeken et Vilvorde.

Un examen du texte et de la Carte aurait aussi fait voir qu'à l'Est du parc royal de Laeken, plusieurs sondages avaient permis de constater, à Neder-Leest, des superpositions directes de Laekenien sur Bruxellien et de celui-ci sur le Paniselien.

Quant aux diagrammes, plusieurs d'entre eux sont établis expressément pour montrer la parfaite continuité des biseaux, sans la moindre dénivellation d'une rive à l'autre.

Un autre sujet d'étonnement de M. Rutot, à la lecture du travail de M. Simoens, a été l'argumentation relative à la nature des dépôts du Bruxellien et du Paniselien sur les bords de la Senne.

M. Rutot se demande en vain où son estimé confrère a été trouver la notion que les deux étages sont représentés par leur facies normal ou de pleine mer.

La vérité est qu'en approchant de la vallée de la Senne, le Paniselien, comme le Bruxellien, prend un caractère de plus en plus littoral, avec une épaisseur toujours plus réduite.

En effet, le Paniselien, épais d'une vingtaine de mètres vers Assche, n'a plus que 4 mètres à la hauteur de Jette et moins encore vers Laeken, et le texte de la feuille de Bruxelles, page 44, datant de 1883, indique nettement le changement de nature et d'épaisseur.

C'est ainsi que page 42, insistant sur la composition anormale du Paniselien au chemin du couvent, à Jette, où cet étage, au lieu d'être représenté par les termes normaux *P4b*, *P4c* et *P4d*, est constitué d'argile plastique grise non glauconifère *P1m* reposant sur un sable grossier, glauconifère, irrégulièrement stratifié *P1b*, l'explication de la feuille de Bruxelles dit : « L'état meuble et plus grossier des sables, vers la partie supérieure, indiquerait un facies plus littoral, encore accentué par la couche supérieure d'argile grise, dont l'épaisseur est de 0^m70 et qui correspond bien aux types d'argiles ou de glaises côtières qui se déposent dans les dépressions des rivages ou dans des lagunes tranquilles. »

On sait, de plus, que vers Hossegem-Dries, le sable inférieur à l'argile est devenu tout à fait meuble et grossier, et a été cause, par sa nature aquifère et bouillante, des graves embarras survenus pendant l'exécution des travaux de la distribution d'eau de Laeken.

Quant au Bruxellien, il est directement visible à Neder-Over-Heembeek et il en sort une belle source ; de plus, un sondage pratiqué à proximité de la source a traversé la base du Bruxellien, le Paniselien et a touché l'Ypresien.

Enfin, rappelons que la proximité immédiate du littoral bruxellien est prouvée par l'abondance, à Schaerbeek notamment, de quantité de bois flotté, de fruits de Nipadites et par la présence, en d'autres points, de Tortues d'eau douce.

On voit donc bien que M. Simoens s'est donné beaucoup de peine pour expliquer un fait inexistant ; et l'on comprend difficilement comment, en présence d'un sujet aussi sérieusement traité, l'imagination pure vienne se substituer simplement aux faits déjà constatés.

Relativement au travail de MM. Lejeune et Halet sur la coupe transversale de la vallée de la Senne, M. Rutot voit avec plaisir se confirmer tout ce qu'il a dit jusqu'ici du mode de creusement de nos vallées et de leur remplissage.

Dans la vallée de la Senne, comme dans les autres vallées, les trois terrasses sont indiquées, surtout la moyenne et l'inférieure.

On y voit, de plus, à leur place habituelle, les dépôts moséens et, au fond de la vallée, le large et important cailloutis campinien, actuellement traversé dans les travaux de Bruxelles-maritime et dans lequel la faune du Mammouth se trouve si richement représentée.

Enfin, on remarque l'énorme remplissage de limon hesbayen s'étendant sur de fortes épaisseurs non seulement sur le fond de la vallée, mais montant d'une manière continue, sans interruption, sur les pentes jusqu'aux altitudes les plus élevées.

La vaste coupe de Bruxelles à Gand-Saint-Pierre est donc en complète concordance avec les vues de M. Rutot sur le terrain quaternaire, tant en ce qui concerne les divisions qu'en ce qui concerne la nature et la disposition des dépôts.

Les auteurs du beau travail qui vient d'être présenté ont toutefois émis, au sujet du Paniselien, des considérations que M. Rutot ne peut admettre.

Constatant que sur toute la longueur de la coupe de Bruxelles à Gand-Saint-Pierre, puis qu'entre Bruges et le littoral, le Paniselien présente invariablement un lit d'argile grise à sa base, ils concluent que cette argile ne peut être d'origine poldérienne, comme M. Rutot l'a indiqué.

Celui-ci s'est déjà expliqué à ce sujet dans une note intitulée : *Observations nouvelles sur le sous-sol profond de Bruges* (1).

Si cette argile existe effectivement le long de la ligne indiquée, en revanche, des levés dans la Flandre occidentale ont permis de reconnaître bien des points où elle n'existe pas.

Son caractère de dépôt discontinu reste donc intact.

Quant à sa nature même, cette argile est identique à celle notée *alp1* dans la légende des dépôts modernes de la Plaine maritime; c'est la même pâte plastique, grise, sans glauconie ni organismes.

Ces argiles poldériennes peuvent du reste s'étendre sur de vastes surfaces, témoin l'argile *alp1*, qui s'est déposée du temps de Charlemagne et que l'on peut parfois suivre sans interruption du littoral

(1) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. XII, 1898.

actuel jusqu'aux confins de la Plaine maritime, c'est-à-dire sur 12 à 15 kilomètres.

Un coup d'œil jeté sur la Carte géologique au $1/40\,000$ de la région comprise entre Nieuport et Knocke montre la disposition de ces vastes lagunes intérieures communiquant avec la mer par des goulets plus ou moins étroits.

De suffisantes observations ont montré à M. Rutot que non seulement il existait un littoral paniselien vers la vallée de la Senne, mais qu'il en passait également un autre, un peu au Nord du littoral actuel.

La disparition progressive du noyau argileux marin, glauconifère et fossilifère *P1c* est nettement indiquée et vient s'ajouter à l'accroissement sensible de la grosseur des éléments, passant au véritable gravier.

Il est à remarquer, en effet, que beaucoup de grès siliceux à *Cardita planicosta* qui couvrent le littoral entre Ostende et Knocke sont constitués de gros grains de gravier agglutinés, et ce caractère de proximité de rivage est encore renforcé par la présence, à tous les niveaux du Paniselien, de fragments de bois qui n'ont même pas été perforés par les tarets.

Ce n'est que plus au large, vers la région de Renaix, que les bois flottés sont attaqués par les tarets.

Pour ce qui concerne l'argile *P1m*, elle se relie nettement à *P1b*, car en bon nombre de points on trouve, à la base du Paniselien, un facies intermédiaire entre ces deux termes, qui se présente sous forme d'une quantité d'alternances de lits minces de sable meuble et de lits d'argile pure. Ce facies rappelle alors étonnamment l'alluvion marine inférieure de la série moderne de la Plaine maritime, qui s'est déposée au-dessus de la tourbe à partir de la fin du III^e siècle, vers la chute de la domination romaine, alluvion marine notée *alr2* dans la légende de la Carte géologique et sur laquelle repose localement l'argile inférieure des Polders notée *alp1*.

En admettant même qu'il puisse y avoir doute sur la question d'accolade, de toutes façons, l'argile notée *P1m*, si elle ne constituait pas la base du Paniselien, formerait immanquablement le *sommet* du Paniselien.

Or, on sait que dans les cycles sédimentaires, *base* ou *sommet* sont deux choses de même valeur *littorale*.

Il semble bien certain que lors du retrait de la mer ypresienne, pendant lequel le sable fin *Yd* avec lentilles d'argile s'est déposé, il n'y a pas eu émergence complète, puis retour avec allure ravinante des

eaux de la mer paniseliennne. Une partie au moins du fond du bassin ypresien est restée couverte de lagunes, puis c'est dans ces mêmes lagunes que la mer paniseliennne est rentrée tranquillement, sans provoquer de troubles sensibles.

Il s'est passé entre l'Ypresien et le Panisélien des phénomènes analogues à ceux qui se sont passés entre le Landenien et l'Ypresien; il n'y a pas eu émerision complète et établissement d'un continent bien défini; aussi M. Rutot a-t-il toujours considéré la partie la plus inférieure, grise, plastique, de l'argile ypresienne, comme un dépôt lagunaire ou poldérien, plutôt que comme un sédiment de mer profonde.

En réalité, il y aurait lieu de diviser *Yc* en deux zones, l'inférieure, épaisse de quelques mètres, grise, plastique, devant être considérée comme *Ym*, et, plus haut, le terme épais, *Yc* véritable, argilo-sableux.

L'argile de base *Ym* jouerait alors dans l'Ypresien le rôle de *P1m* dans le Panisélien.

Telles sont les considérations que M. Rutot croit pouvoir émettre à l'audition du travail de MM. Lejeune et Halet.

La séance est levée à 10 h. 20.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 19 JUILLET 1904.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Sondages houillers de la Campine.

Les *Annales des Mines de Belgique* (1) publient la suite des coupes des sondages houillers de la Campine du n° 54 au n° 65.

Nous avons résumé les trois premières séries; ces résumés ont paru dans les *Bulletins* de la Société (2).

Nous nous permettons d'y renvoyer le lecteur, en appelant son attention sur certaines de nos observations.

Le *coal fever* semble s'apaiser; la quatrième série ne comprend que dix coupes.

L'interprétation des étages tertiaires nous paraît laisser fortement à désirer.

Reconnaissons, pour être impartial, que ceux qui ont dressé ces coupes n'ont eu à leur disposition que de fort mauvais échantillons et parfois pas du tout.

Ce qu'il y a de mieux à faire dans l'occurrence, c'est de dresser les coupes des collines du Sud, de relier celles-ci aux coupes des puits artésiens forés à la limite méridionale du bassin houiller. On obtient ainsi de grandes coupes qui, *prolongées vers le Nord*, donnent une idée approximative des terrains traversés. Ce travail de revision est actuellement en préparation.

Il aurait fallu ne jamais perdre de vue ce point fondamental : *c'est que jamais dans cette partie de la Belgique les étages tertiaires ne se relèvent vers le Nord.*

Ainsi, nous voyons dans une coupe la base du Diestien à la cote — 50.5, et dans une autre coupe, à 3 kilomètres au Nord de la

(1) Tome IX, 1904, pp. 224, 451, 657.

(2) Tome XVII, *Proc.-Verb.*, pp. 156, 225, 479.

précédente, à la cote + 8.5, soit à 59 mètres *plus haut* ! Ce qui est impossible.

Nous ne croyons pas que les étages de l'Asschien à l'Ypresien inclus existent en sous-sol dans le voisinage du camp de Beverloo, situé beaucoup trop à l'Est des affleurements connus. Il faudrait des preuves paléontologiques bien probantes.

La puissance des couches est généralement peu différente à proximité et ne peut varier de 100 mètres dans deux coupes à 4 kilomètres de distance, comme on l'indique ici pour le Landenien.

La coupe du forage de Vlimmeren ne renseigne pas le Poederlien ; cependant le point est situé à 5 kilomètres au Nord du gisement type de Poederlé ; il ne renseigne pas non plus le Diestien, très puissant dans cette région, comme il fut constaté au Dépôt de mendicité de Merxplas, situé à 8 kilomètres au Nord-Est.

Le forage n° 59 (Oolen) n'aurait pas rencontré l'étage rupelien. Le point est situé à 10 kilomètres au Nord du puits artésien du château de Westerloo, dont la coupe fut si bien interprétée par M. Velge. On a recueilli des Nummulites à Oolen, mais elles proviennent incontestablement de la base de l'Asschien.

Les premières Nummulites furent trouvées à Westerloo, à la cote — 126 ; il est impossible qu'à 10 kilomètres au Nord, on les ait trouvées à la cote — 84.

Il s'en est suivi qu'on a réuni le Rupelien à l'Asschien par suite du mélange des échantillons.

Hydrologie souterraine.

Les renseignements sur les niveaux aquifères sont peu nombreux ; nous l'avons déjà constaté précédemment.

Ils ont leur importance cependant pour le fonçage des puits.

Les coupes renseignent :

N° 54. Coursel. — Kleyne Heyde.

A 384 mètres, source de 6 litres par seconde dans le Heersien.

A 445 mètres, même quantité dans l'assise de Spiennes.

N° 62. Heppen.

A 451 mètres, source de 5 litres par seconde à la base du Heersien.

N° 63. Eysden.

A 559 mètres, dans l'assise de Herve, 50,420 litres à l'heure.

On doit avoir rencontré bien d'autres sources, mais il n'en aura pas été tenu note.

TABLEAU

DES

SONDAGES HOUILLERS DE LA CAMPINE

(de 54 à 63)

avec les interprétations stratigraphiques

TELLES QU'ELLES ONT ÉTÉ FOURNIES

DANS LES

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

(Document reproduit, comme les précédents de même origine, en vue
de la **discussion ultérieure.**)

TABLEAU DES SONDAGES HOUILL

	COURSEL. KLEYNE HEYDE. — COTE DU SOL : + 39 50	COURSEL. SCHANS. — COTE DU SOL : + 43.	BAELEN-HOELST. — COTE DU SOL : + 29.	VLIMMEREN.
	54	55	56	
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	
	—	—	—	
Moderne	0 50	1 »	»	
Flandrien	»	»	»	
Campinien.	»	»	»	
Moséen	»	»	»	
Poederlien.	25 50	»	»	
Diestien	64 »	409 »	430 »	
Bolderien	35 »	»	»	
Oligocène supérieur	»	»	»	
Rupelien	80 »	430 »	320 »	
Tongrien	37 »	»	»	
Asschien	48 »	»	»	
Wemmelien	»	»	»	
Ledien	»	»	»	
Laekienien	4 » ?	»	»	
Bruxellien	29 »	»	»	
Ypresien	48 »	»	»	
Landenien	32 »	430 »	54 »	
Heersien	20 »	55 »	46 » ?	
Toit du Crétacique	- 340 50	- 382 »	- 491 »	- 3 80
Toit du Houiller.	- 586 50	- 599 »	- 757 75	- 4 90

LA CAMPINE (de 54 à 63).

	COTE DU SOL : + 22. — COTE DU SOL : + 16.	HELCHTEREN-KRUYSVEN. — COTE DU SOL : + 74.	SUTENDAEL. — COTE DU SOL : + 93.	HEPPEN. — COTE DU SOL : + 41.50.	EYSDEN-EYSDENBOSCH. — COTE DU SOL : + 46.
5	59	60	61	62	65
Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
—	—	—	—	—	—
0 50	0 50	7 »	»	1 »	»
3 50	3 50	»	»	»	»
6 » ?	6 » ?	13 »	»	»	49 85
»	»	40 »	47 »	»	7 45
»	»	»	»	46 »	»
90 »	90 »	»	39 »	46 »	»
»	»	80 »	44 »	121 »	122 10
»	»	»	»	»	»
»	»	203 »	90 »	126 »	64 60
»	»	»	»	45 »	9 70
120 »	120 »	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»
40 »	40 »	»	»	»	»
»	»	»	»	1 »	»
»	»	»	»	49 »	»
194 »	194 »	»	»	25 »	»
72 » ?	72 » ?	97 »	120 »	35 »	»
45 » ?	45 » ?	»	»	26 »	»
— 555 »	— 555 »	— 336 »	— 486 »	— 389 50	— 467 70
— 746 50	— 746 50	— 843 »	— 328 »	— 681 50	— 400 60



TABLEAU DES SONDAGES HOUILLERS DE LA CAMPINE (de 54 à 63).

	COURCEL. KLEINE HEYDE. — COTE DU SOL : + 30 60	COURCEL. SCHANS. — COTE DU SOL : + 43.	BAELEN-HOELST. — COTE DU SOL : + 92.	VALMEREN. — COTE DU SOL : + 24 2.	GHEEL. ÉCLUSE No 7. — COTE DU SOL : + 22.	OOLEN. — COTE DU SOL : + 46.	HELCHTEREN-KRUYSEN. — COTE DU SOL : + 74.	SUTENDAELE. — COTE DU SOL : + 93.	HEPPEN. — COTE DU SOL : + 44 80.	EYSDEN-EYDENBOSCH. — COTE DU SOL : + 46.
	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Moderne	0 50	1 »	»	»	»	0 50	7 »	»	4 »	»
Flandrien	»	»	»	2 50	»	3 50	»	»	»	»
Campinien	»	»	»	»	»	6 » ?	43 »	»	»	49 85
Moséen	»	»	»	42 20	»	»	40 »	47 »	»	7 45
Poederlien	25 50	»	»	»	»	»	»	»	46 »	»
Diestien	64 »	409 »	430 »	»	464 50	90 »	»	39 »	46 »	»
Bolderien	35 »	»	»	400 30	»	»	80 »	44 »	124 »	422 10
Oligocène supérieur	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Rupélien	80 »	430 »	320 »	440 30	90 »	»	203 »	90 »	426 »	64 60
Tongrien	37 »	»	»	»	»	»	»	»	45 »	9 70
Asschien	48 »	»	»	»	445 »	420 »	»	»	»	»
Wemmelien	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ledien	»	»	»	»	»	40 »	»	»	»	»
Laekenien	4 » ?	»	»	450 »	»	»	»	»	4 »	»
Bruxellien	29 »	»	»	»	»	»	»	»	49 »	»
Ypresien	48 »	»	»	420 »	465 »	494 »	»	»	25 »	»
Landenien	32 »	430 »	54 »	40 »	»	72 » ?	97 »	420 »	35 »	»
Heersien	20 »	55 »	46 » ?	»	35 »	45 » ?	»	»	26 »	»
Toit du Crétacique	- 340 50	- 382 »	- 494 »	- 875 50	- 548 »	- 535 »	- 336 »	- 486 »	- 389 80	- 467 70
Toit du Houiller	- 586 50	- 599 »	- 757 75	- 814 30	- 831 80	- 746 50	- 813 »	- 328 »	- 684 80	- 400 60

	LEUTH-ROETEWEIDE. — COTE DU SOL : + 41.	COURSEL-KLEYNE HEYDE. — COTE DU SOL : + 30.50	COURSEL-SCHANS. — COTE DU SOL : + 43.	BAELEN-HOELST. — COTE DU SOL : + 29.	VLIJMMEREN. —
	42 suite	54	55	56	
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Schistes et grès	—	—	—	—	—
COUCHE.	1 22	8 30	11 40	67 95	13
Schistes et grès	0 93	1 55	1 35	1 05	Quelques
COUCHE.	10 17	17 65	99 15	19 95	
Schistes et grès	0 85	0 85	1 00	0 45	
COUCHE.	20 35	23 15	29 70	100 75	
Schistes et grès	1 87	0 45	1 05	0 68	
COUCHE.	14 29	13 55	0 15	137 69	
Schistes et grès	0 67	1 30	»	»	
COUCHE.	29 32	11 20	»	»	
Schistes et grès	1 17	1 53	»	»	
COUCHE.	9 18	10 47	»	»	
Schistes et grès	»	1 10	»	»	
COUCHE.	»	8 90	»	»	
Schistes et grès	»	»	»	»	
COUCHE.	»	»	»	»	
Schistes et grès	»	»	»	»	
COUCHE.	»	»	»	»	
Schistes et grès	»	»	»	»	
COUCHE.	»	»	»	»	
Schistes et grès	»	»	»	»	
COUCHE.	»	»	»	»	
PROFONDEUR TOTALE	601 4	726 0	786 8	1115 6	10

COTE DU SOL : + 22.	OOLEN. — COTE DU SOL : + 16.	HELCHTEREN-KRUYSVEN. — COTE DU SOL : + 74.	SUTENDAEL. — COTE DU SOL : + 93.	HEPPEN. — COTE DU SOL : + 44.50	EYSDEN-EYSDENBOSCH. — COTE DU SOL : + 46.
	59	60	61	62	65
es.	Mètres.	Mètres.	Mètres	Mètres.	Mètres.
	—	—	—	—	—
0	452 70	22 80	5 35	40 50	37 25
ouille.	1 20	0 90	0 90	0 40	1 40
	6 55	9 25	482 15	42 86	40 45
	0 65	1 35	0 55	0 75	0 50
	6 25	42 45	400 25	0 68	36 88
	0 50	1 10	0 50	0 80	0 72
	36 10	39 90	473 35	44 91	43 53
	»	1 43	»	0 82	2 00
	»	34 73	»	4 30	42 85
	»	»	»	0 72	1 00
	»	»	»	48 30	38 65
	»	»	»	0 83	1 20
	»	»	»	3 47	8 65
	»	»	»	0 46	1 42
	»	»	»	40 40	37 08
	»	»	»	1 09	1 88
	»	»	»	2 51	57 47
	»	»	»	1 80	0 52
	»	»	»	5 54	8 28
	»	»	»	0 83	»
	»	»	»	40 48	»
	»	»	»	0 71	»
	»	»	»	6 74	»
	936 5	1010 8	885 3	800 0	748 0



	LEUTH-ROETEWEIDE. — COTE DU SOL : + 41. 48 suite	COURSSEL-KLEINE HEYDE. — COTE DU SOL : + 30.50 54	COURSSEL-SCHANS. — COTE DU SOL : + 43. 55	BAELEN-HOELST. — COTE DU SOL : + 29. 56	VLIJMMEREN. — COTE DU SOL : + 24.50. 57	GHEEL. ECLUSE N° 7. — COTE DU SOL : + 22. 58	DOLEN. — COTE DU SOL : + 16. 59	HELCHTEREN-KRUYSEN. — COTE DU SOL : + 74. 60	SUTENDIAEL. — COTE DU SOL : + 93. 61	HEPPEN. — COTE DU SOL : + 41.30 62	EYSDEN-EYSDENBOSCH. — COTE DU SOL : + 46. 65
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Schistes et grès . . .	1 22	8 30	11 40	67 95	132 90	460 20	182 70	22 80	5 35	40 50	37 25
COUCHE.	0 93	1 55	1 35	1 05	quelques mètres.	Traces de bouille.	1 20	0 90	0 90	0 40	1 40
Schistes et grès . . .	10 17	17 65	99 15	19 95	"	"	6 55	9 25	182 15	12 86	40 45
COUCHE.	0 85	0 85	1 00	0 45	"	"	0 65	1 35	0 55	0 75	0 50
Schistes et grès . . .	20 35	23 15	29 70	400 75	"	"	6 25	12 45	100 25	0 68	36 88
COUCHE.	1 87	0 45	1 05	0 68	"	"	0 50	1 10	0 50	0 80	0 72
Schistes et grès . . .	14 29	13 55	0 15	137 69	"	"	36 10	39 90	173 35	11 91	13 53
COUCHE.	0 67	1 30	"	"	"	"	"	1 43	"	0 82	2 00
Schistes et grès . . .	29 32	11 20	"	"	"	"	"	34 73	"	1 30	12 85
COUCHE.	1 17	1 53	"	"	"	"	"	"	"	0 72	1 00
Schistes et grès . . .	9 18	10 47	"	"	"	"	"	"	"	48 30	28 65
COUCHE.	"	1 10	"	"	"	"	"	"	"	0 83	1 20
Schistes et grès . . .	"	8 90	"	"	"	"	"	"	"	3 17	8 65
COUCHE.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0 46	1 42
Schistes et grès . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	10 10	37 08
COUCHE.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1 09	1 88
Schistes et grès . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2 51	57 17
COUCHE.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1 80	0 52
Schistes et grès . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5 54	8 28
COUCHE.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0 83	"
Schistes et grès . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	40 18	"
COUCHE.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0 71	"
Schistes et grès . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	6 74	"
PROFONDEUR TOTALE . .	601 4	726 0	786 8	1115 6	1027 3	1014 0	936 5	1010 8	885 3	800 0	748 0

Remarques sur le tableau précédent.

Au sondage n° 60, on a percé en outre 137 mètres de Trias et 27^m5 de Permien (Thuringien?).

Sondage n° 62. On continue le forage.

Coupes probables de trois sondages houillers.

En tirant une ligne de Malines au Dépôt de mendicité de Merxplas (1), celle-ci passe très approximativement par les sondages houillers de Kessel, de Santhoven et de Vlimmeren.

En ces trois points, le toit du Crétacique est indiqué respectivement aux profondeurs de — 572, — 511 et — 575.5. Admettons l'exactitude de ces chiffres.

A Malines, ce même toit se trouve à la cote — 208.2.

Ce qui nous donne pour la pente kilométrique vers le Nord-Est :

De Malines à Kessel . . .	10 ^m 2 sur 16 kilomètres.
De Kessel à Santhoven . .	12.4 sur 11 —
De Kessel à Vlimmeren . .	5.7 sur 11 —

Remarquons qu'en ce dernier point, le Crétacique est beaucoup plus puissant et qu'il a à peu près 500 mètres, tandis qu'à Kessel il n'en a que 195 et à Santhoven que 199.

La pente moyenne kilométrique est donc de 9^m6, ce qui est tout à fait normal.

L'allure des couches tertiaires est si régulière que lorsque l'on a quelques bons points de repère, on peut prévoir ce qui se trouve en tous les autres points.

Il est bien établi qu'il y a du Poederlien et du Diestien au Sud de Vlimmeren, ainsi qu'en sous-sol du Dépôt de mendicité de Merxplas, où le second est même très puissant; il en ressort qu'il doit y en avoir à Vlimmeren.

Le Diestien est aussi très puissant dans le centre et le Nord de la Campine. Il forme les collines de Beersel et de Heyst-op-den-Berg; dans le voisinage d'Hérenthals, on l'observe partout. Il a parfois raviné et même démoli le Bolderien, comme à Westerloo.

Celui-ci n'atteint jamais des puissances considérables; il est probable que son épaisseur maxima ne dépasse pas 50 mètres.

(1) Cette ligne fait avec le méridien un angle oriental de 30° environ.

L'assise supérieure du Rupelien augmente en épaisseur vers le Nord, tandis que l'assise inférieure n'a guère plus de 15 à 20 mètres.

L'Asschien diffère généralement peu en puissance du Rupelien; à Anvers, il en est ainsi. Mais, disparaissant vers l'Est, la différence devient très sensible dans cette région, et à Westerloo, elle est réduite des trois quarts. Nous ne pouvons donc admettre les épaisseurs de 202 mètres qu'on lui accorde au n° 37 (Norderwyck), ni même les 120 mètres de la coupe n° 59 (Oolen).

Le Ledien et le Laekénien réunis ont à Malines 17 mètres, à Breen-donck 20 mètres, à Aertselaer 23^m7, à Hoboken 42^m5 et à Anvers 40^m7. Nous considérons donc 50 mètres comme un maximum.

Le Paniselo-Ypresien, comme l'Asschien, le Ledien, le Laekénien, vont en diminuant vers l'Est, de manière que dans les coupes probables nous lui avons donné une épaisseur constante.

	Repère.	N° 38.	N° 39.	N° 57.	Repère
	Malines.	Kessel.	Santhoven.	Vlimmeren	Merxplas.
	—	—	—	—	—
	Cote 6.	Cote 8.	Cote 10.	Cote 21.5.	Cote 28.5.
Flandrien	9 0 ?	5 0	2 0	2 5	5 20
Amstelo-Moséen (1) . . .	»	»	»	18 0	47 50
Poederlien.	»	»	5 0	10 0	15 40
Diestien	»	»	45 0	70 0	70 00 (non percé).
Bolderien	»	45 0	44 0	45 0	»
Rupelien { R2	»	40 0	65 0	70 0	»
R1	9 0	15 0	20 0	20 0	»
Asschien	22 0	55 0	50 0	60 0	»
Ledien et Laekénien . . .	17 0	26 0	40 0	50 0	»
Paniselo-Ypresien	109 0	168 0	180 0	180 0	»
Landenien.	48 2	50 0	60 0	70 0	»
	214 2	380 0	511 0	595 5	»
Crétacique.	-208 2	-372 0	-501 1	-575 5	»

(1) Voir *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrog.*, t. XVII, 1903, pp. 261-266. MÉM.

Le Landenien ayant déjà une épaisseur remarquable à Malines, nous ne l'avons pas augmenté de beaucoup vers le Nord, son allure de Bruxelles à Malines ne dénotant qu'une augmentation lente d'épaisseur dans cette direction.

Nous ne croyons pas que nos coupes probables puissent présenter de différences notables avec la réalité; nous avons été si souvent dans le cas d'en établir et toutes diffèrent peu de la réalité. De grandes coupes nous avaient fait voir l'in vraisemblance des tracés de la Carte géologique du Limbourg au Nord du Démer; les sondages houillers ont prouvé que nous étions dans le vrai.

O. v. ERTB.

E. LOZÉ. — **La houille dans l'Empire du Japon.**

(*Ann. des Mines de Belgique*, 1904, t. IX, p. 319.)

Cette question, toute d'actualité, nous engage à résumer en quelques lignes le mémoire de M. Lozé.

On trouve au Japon deux espèces de houille, que l'on a classées sous les noms de *charbon ordinaire* et de *charbon sans fumée*. Ce dernier est fort utile pour la flotte, qui, grâce à lui, ne révèle pas sa présence par de grands panaches de fumée.

Ces dépôts houillers sont d'âge relativement récent. Les plus anciens se trouvent dans les couches secondaires.

Les anthracites se rencontrent dans le Triasique supérieur et le Jurassique, et le charbon dans les couches tertiaires.

Des quatre grandes îles, trois renferment des couches houillères; on en trouve aussi dans quelques petites.

Yezo ou Hokkaido présente une région houillère d'âge tertiaire; le gisement est puissant et renferme trois couches, dont une de 8 mètres. On vient d'en découvrir tout récemment un autre, présentant une veine de 26 mètres et qui contiendrait 1,600 millions de tonnes de charbon.

Nippon, la grande île centrale, renferme deux gisements tertiaires.

Kiou-Siou, la grande île du Sud, possède des gisements très remarquables; ses produits sont les plus estimés et les plus anciennement exploités.

La production totale, qui n'était en 1892 que de 3 millions de tonnes, s'élève à présent à 10 millions de tonnes, dont on en a exporté 3 millions.

La proportion des matières volatiles s'élève jusque 37 %.

O. v. ERTB.

SÉANCE MENSUELLE DU 18 OCTOBRE 1904.

Présidence de M. Ad. Kemna, vice-président.

La séance est ouverte à 8 h. 50.

MM. le Président *Stainier, baron van Ertborn, Dr Jacques, Edmond Rahir* et *G. Simoens* font excuser leur absence.

M. *L. Dollo* présente à l'assemblée M. le *Dr Othenio Abel*, professeur de paléontologie à l'Université de Vienne, collaborateur étranger du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

M. le *Président* lui souhaite la bienvenue.

M. le *Président* fait part ensuite à l'assemblée de la nomination de M. le capitaine d'artillerie adjoint d'état-major *Kestens*, en qualité de major détaché au Ministère de la Guerre de la République Argentine, à Buenos-Aires, et de la promotion de M. l'ingénieur *Slagmuylder* au grade de Directeur de service à l'Administration des Chemins de fer de l'État. (*Félicitations.*)

Correspondance :

M. *von Koenen* remercie pour les félicitations qui lui ont été adressées à l'occasion de sa nomination en qualité de membre associé de l'Académie royale des Sciences de Belgique.

M. *H. Buttgenbach* recherche le concours de jeunes ingénieurs désireux de faire partie d'une très importante mission d'études de chemin de fer en Afrique centrale.

M. *Malaise* a fait parvenir le compte rendu de l'excursion faite le 26 juin, sous sa direction, dans le Silurien et le Devonien de la vallée de l'Orneau. Ce compte rendu ayant toutefois été publié, à l'occasion de la même course, dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, l'Assemblée, sur la proposition de M. A. *Rutot*, décide d'éviter tout double emploi et renvoie aux *Annales* de la Société liégeoise le lecteur désireux de prendre connaissance de cet intéressant exposé.

M. *Dollo* a demandé la mise à l'ordre du jour d'un travail sur les *Mosasauriens de la Belgique*, dont il sera question plus loin.

Le Bureau a reçu le programme du *Congrès de Chimie et de Pharmacie* organisé à l'occasion de l'Exposition universelle et internationale de Liège, et qui aura lieu fin juillet 1905; ce programme comporte notamment une Section de chimie biologique et physiologique, application à l'hygiène et à la bactériologie.

Est parvenu également le règlement du *Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée*, qui, organisé sous le haut patronage du Gouvernement, par les soins de l'Union des Charbonnages, Mines et Usines métallurgiques de la province de Liège et de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège, se tiendra à Liège, du 26 juin au 1^{er} juillet 1905.

Ci-après le programme provisoire de la *Section de Géologie appliquée* :

V. — Section de Géologie appliquée.

I. Tectonique des bassins houillers.

1^o Répartition du terrain houiller en Belgique. — Le nouveau bassin du Nord de la Belgique.

2^o Tectonique des bassins houillers du Hainaut, de Liège, du Nord et du Pas-de-Calais, de la Westphalie, d'Aix-la-Chapelle, etc.

3^o Recherches de houille en Lorraine, etc.

II. Gisements sédimentaires.

1^o Les applications de la Paléontologie en Géologie appliquée.

2^o Les applications de la boussole et du pendule en Géologie appliquée.

3° État actuel de nos connaissances sur l'origine de la houille.

4° Les gîtes de phosphates de chaux en Hesbaye.

III. Gîtes métallifères.

1° Considérations ou faits nouveaux pouvant contribuer à l'étude de la genèse des gîtes métallifères.

2° Les gîtes métallifères de la Belgique.

3° Les gîtes métallifères de la région de Moresnet.

IV. Hydrologie.

1° L'alimentation des nappes aquifères.

2° Étude expérimentale des échanges d'eau entre l'atmosphère et les terrains de diverses natures.

3° Lois qui régissent la circulation de l'eau depuis la surface du sol jusqu'au niveau de la nappe aquifère.

4° Les moyens d'investigation pour déterminer la direction et la vitesse d'écoulement des nappes aquifères.

5° État actuel de nos connaissances sur les sables bouillants.

Le Bureau du Comité d'organisation de la Section de Géologie appliquée, composé de vingt-cinq membres, est présidé par M. *Max Lohest*, professeur de Géologie à l'Université de Liège, et a pour secrétaire M. *R. d'Andrimont*, ingénieur-géologue.

Les membres bruxellois du Comité sont : MM. *J. Chaudron*, *Jules De Jaer*, *Lucien Denoel* et *Joseph Kersten*.

S'adresser, tant pour les adhésions (cotisation : 25 francs) que pour tous renseignements complémentaires, à M. *Henri Deschamps*, secrétaire général du Comité d'organisation, 16, quai de l'Université, à Liège.

L'*Institut central des Mines de Francfort-sur-Mein* a envoyé un extrait de son règlement, ainsi que de son programme d'études et de recherches.

Cet institut a surtout pour but de donner conseil et assistance technique aux entreprises minières; d'étudier scientifiquement toutes les branches de l'industrie minière. Il s'interdit toute participation financière, directe ou indirecte, à des exploitations minières ou à des

entreprises industrielles, ainsi que toute occupation commerciale ou spéculative.

Ci un extrait de son programme :

1° Examen préalable de propositions basées sur des rapports d'experts, résultats de sondages, avant-projets, cartes, plans de mines, etc., consultant :

- a) De ne pas donner suite à la proposition;
- b) De procéder à une expertise plus complète;
- c) De poursuivre l'entreprise sur les bases déjà établies.

2° Expertises faites sur les lieux mêmes;

3° Recommander des experts;

4° S'entremettre pour engager des experts;

5° Donner des instructions aux experts;

6° Critique des travaux et pièces fournies par les experts;

7° Entreprendre des travaux miniers pour explorer des gîtes : fouilles de recherche, sondages, remise en état de travaux anciens, travaux d'aménagement de gîtes;

8° Donner des conseils concernant la demande en concession et toutes les autres formalités pour obtenir la propriété d'une mine;

9° Lever des plans de mines, ainsi que des cartes ou plans géographiques, topographiques et géologiques;

10° Préparer et équiper des expéditions pour étudier un certain nombre d'objets miniers ou des territoires assez étendus;

11° Faire des expériences sur la préparation mécanique et l'extraction, en s'adressant à des maisons spéciales;

12° Donner des conseils aux clients dans l'entreprise des essais d'exploitation;

13° Projeter ou expertiser l'organisation de travaux de mines;

14° Donner des conseils techniques et économiques au sujet de l'exploitation de mines;

15° Haute direction permanente ou contrôle supérieur des exploitations minières;

16° Déterminer et étudier des minéraux, roches et minerais, en s'adjoignant des spécialistes; faire procéder à l'analyse chimique des échantillons de cette nature;

17° Donner des renseignements sur la technologie minière et la géologie, ainsi que sur l'extraction de minéraux utiles, dans tous les pays miniers du monde entier;

18° Fournir des renseignements sur la législation et l'administration minières, les conditions générales de l'industrie minière dans les pays et districts les plus importants, les modes d'exploitation, tout ce qui concerne les ouvriers et les conditions économiques, sociales et judiciaires relatives à telle ou telle mine. Travaux statistiques;

19° Fournir des renseignements sur la situation géographique, les conditions géologiques et climatériques;

20° S'entremettre pour prendre des informations concernant le traitement métallurgique et la vente des produits auprès de personnes ou d'instituts compétents.

M. A. Brun, de Genève, fait espérer l'envoi d'un article pour notre *Bulletin*. Il annonce qu'il revient d'un voyage à Santorin, où il a étudié le volcan, et, au retour, il a assisté, pendant sept jours, à la dernière éruption du Vésuve. De ce qu'il a vu, il induit que l'écoulement de la lave et l'écoulement gazeux sont *en intime connexion*; l'un ne peut aller sans l'autre, ni celui-ci sans le premier, sinon que le gaz, s'échappant plus facilement, est plus fréquent à l'extérieur que la lave. Mais, ajoute-t-il, *sans lave pas de gaz* et, partant, pas d'explosion.

Il est entendu que l'intéressant article qui vient d'être consacré à l'éruption du Vésuve par M. Brun, dans le *Journal de Genève*, sera reproduit dans nos *Nouvelles et informations diverses*, en annexe à la séance.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

4449. ... *Congrès géologique international. Compte rendu de la IX^e session, Vienne 1903*. Vienne, 1904. 2 volumes in-8° de 919 pages, 32 planches et 6 cartes.

4450. ... *Report of the Great Landslide at Frank, Alta 1903*. Ottawa, 1904. Extrait in-8° de 17 pages et 17 planches.

4451. Briquet, A. *Remarques sur la composition de l'étage thanétien inférieur dans le Nord de la France*. Lille, 1904. Extrait in-8° de 8 pages.

4451^{bis}. Byl, E. *Détermination de la latitude et de ses variations*. Kiel, 1904. Extrait in-8° de 4 pages.

4452. Carez, L. *Notes sur la Géologie de la feuille de Quillan*. Carcassonne, 1902. Extrait in-8° de 7 pages.

4453. Carez, L. *Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luz et d'Urds*. Paris, 1904. Extrait in-8° de 8 pages et 1 planche.
4454. Carez, L. *Encore quelques mots sur Biarritz*. Paris, 1903. Extrait in-8° de 4 pages.
4455. Carez, L. *Feuilles de Tarbes, Luz, Bagnères-de-Luchon et Saint-Gaudens*. Paris, 1904. Extrait in-8° de 2 pages.
4456. Cornet, J. *Études sur l'évolution des rivières belges*. Liège, 1904. Extrait in-8° de 242 pages et 35 figures.
- 4456^{bis}. Cumont, G. *Utilisation du phanite cambrien des environs d'Ottignies et du grès tertiaire bruxellien par l'homme préhistorique*. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 11 pages.
4457. Dollfus, G. *Un sondage à Templeux-la-Fosse (Somme)*. Lille, 1904. Extrait in-8° de 6 pages.
4458. Dollfus, G. *Faune malacologique du Miocène supérieur de Rennes, étage redonien, gîte d'Apigné (Ille-et-Vilaine)*. Paris, 1903. Extrait in-8° de 8 pages.
4459. Dollfus, G., et Ramond, G. *Études géologiques dans Paris et sa banlieue : IV. Le chemin de fer de Paris à Orléans aux abords de Saint-Michel-Monthéry (Seine-et-Oise)*. Paris, 1903. Extrait in-8° de 11 pages, 5 planches et 3 figures.
4460. Gérard, L. *La réforme de l'enseignement technique. Rapport présenté au Comité d'études de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels dans sa séance du 26 mars 1904*. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 23 pages.
4461. Harmant, E. *La réforme de l'enseignement technique. Monographie de l'Ingénieur X... et des difficultés qu'il rencontra dans son initiation à la pratique industrielle*. Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 16 pages.
4462. Hæfer, H. *Les conditions calorifiques des terrains à combustibles*. Liège, 1904. Extrait in-8° de 35 pages.
4463. Martel, E.-A. *Sur l'Oucane de Chabrière (Hautes-Alpes) et l'origine des lapiaz*. Paris, 1904. Extrait in-4° de 3 pages.
4464. Noel, C. *Sur la faune des lydiennes du grès vosgien*. Paris, 1904. Extrait in-4° de 2 pages.
4465. Sacco, F. *I Coccodrilli del Monte Bolca*. Turin, 1895. Extrait in-4° de 14 pages et 1 planche.

4466. **Simoens, G.** *Réponse aux critiques formulées par M. Emm. de Margerie au sujet de la Bibliographia geologica.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 103 pages.
4467. **Stasse, E.** *La réforme de l'enseignement technique. Rapport présenté au Comité d'études de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels dans sa séance du 5 avril 1904.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 31 pages.
4468. **Thieullen, A.** *Hommage à Boucher de Perthes.* Paris, 1904. Extrait in-4° de 25 pages et 2 figures.
4469. **White James.** *Dictionary of altitudes in the Dominion of Canada with relief map of Canada.* Ottawa, 1903. Volume in-8° de 143 pages.
4470. **Zlatarski, G.-N.** *Contribution à l'étude géologique du défilé de l'Isker, de Sofia à Roman, et des pays limitrophes.* Sofia, 1904. Extrait in-8° de 93 pages, 8 planches et 1 carte.
4471. **Rutot, A.** *A propos du squelette humain de Galley-Hill (Kent).* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 30 pages.
4472. **Rutot, A.** *Note préliminaire sur les nouvelles découvertes faites aux environs de Ressaix, près Binche (Belgique).* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 8 pages.
4473. **Rutot, A.** *Sur la cause de l'éclatement naturel du silex.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 22 pages et 2 planches.
4474. **Rutot, A.** *Sur les gisements paléolithiques de loess éolien de l'Autriche-Hongrie.* Bruxelles, 1904. Extrait in-8° de 36 pages.

2° Extraits des publications de la Société :

4475. ... *Bulletins bibliographiques des séances des 19 janvier, 15 mars, 19 avril et 17 mai 1904.* Procès-verbaux de 1904. 18 pages. (2 exemplaires.)
4476. **Buttgenbach, H.** *Les dépôts aurifères du Katanga.* Mémoires de 1904. 14 pages. (2 exemplaires.)
- 4476^{bis}. **Deladrier, Em.** *Réplique sommaire à M. le baron Greindl au sujet de la carte tectonique de la Belgique.* Procès-verbaux de 1904. 2 pages. (2 exemplaires.)

Suite de la discussion sur l'essai de la carte tectonique de la Belgique.
Procès verbaux de 1904. 6 pages. (2 exemplaires.)

4477. **Deladrier, Em.** *Recherches souterraines aux environs d'Éprave.* Procès-verbaux de 1904. 4 pages. (2 exemplaires.)

4478. **Dienert, F.** *Contribution à l'étude de la température des sources.* Mémoires de 1904. 8 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)
- 4478^{bis}. **Dollo, L.** *Les Mosasauriens de la Belgique.* Mémoires de 1904. 10 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)
4479. **Halet, F.** *Un glissement de terrain aux environs de Renaix.* Procès-verbaux de 1904. 3 pages et 2 figures. (2 exemplaires.)
4480. **Halet, F.** *Sur le gisement de la pirogue découverte dans la vallée de la Dyle à Malines.* Procès-verbaux de 1904. 4 pages. (2 exemplaires.)
4481. **Greindl (Baron).** *Quelques objections théoriques à l'hypothèse d'une superposition du réseau hydrographique de la Belgique à un réseau de failles préexistant.* Procès-verbaux de 1904. 5 pages. (2 exemplaires.)
4482. **Greindl (Baron).** *Notes sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg.* Procès-verbaux de 1904. 5 pages. (2 exemplaires.)
4483. **Lagrange, E.** *Analyse des dix-sept premiers mémoires de la nouvelle série des rapports de la Commission autrichienne des tremblements de terre, fondée sous les auspices de l'Académie impériale des Sciences de Vienne.* Bulletin bibliographique des séances de 1904. 19 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)
4484. **Le Couppey de la Forest, M.** *Sur la surveillance médicale du périmètre d'alimentation des sources vauclusiennes. Réponse à M. Putzeys.* Procès-verbaux de 1904. 3 pages. (2 exemplaires.)
4485. **Prinz, W.** *Quelques remarques générales à propos de l'essai de carte tectonique de la Belgique présenté par M. Deladrier.* Mémoires de 1904. 13 pages et 2 planches. (2 exemplaires.)
4486. **Putzeys, E.** *Les sources vauclusiennes et les zones de protection. Réponse à M. Le Couppey de la Forest.* Procès-verbaux de 1904. 4 pages. (2 exemplaires.)
4487. **Simoens, G.** *Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne.* Procès-verbaux de 1904. 10 pages. (2 exemplaires.)
4488. **Schulz-Briesen.** *A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Traduction française par M. C. Van de Wiele).* Traductions et reproductions de 1904. 17 pages et 4 planches. (2 exemplaires.)
4489. **Stainier, X.** *Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges.* Mémoires de 1904. 19 pages. (2 exemplaires.)

4490. **Stainier, X.** *Un conglomérat du houiller moyen de Liège.* Procès-verbaux de 1904. 4 pages. (2 exemplaires.)
4491. **Van den Broeck, E.** *A propos de la direction du cours de nos rivières et de la tectonique belge.* Procès-verbaux de 1904. 2 pages. (2 exemplaires.)

5° Périodique nouveau :

4492. GÈNES ET PÉROUSE. *Giornale di Geologia pratica.* I, 1903 ; II, 1904 ; fasc. 1 à 4.
4493. KÖNIGSBERG. *Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft.* Schriften, XIV, 1903.
4494. JOHANNESBURG. *Geological Society of South Africa.* Transactions, VI, 1903 ; VII, 1904, part I.
4495. WASHINGTON. *United States Geological Survey. Water-Supply and Irrigation Papers.* Nos 65 (1902) à 93 (1904).
4496. ... *Professional Papers.* Nos 1 (1902) à 21 (1904).
4497. STANFORD UNIVERSITY. *Leland Stanford Junior University.* Annual Register. XIII, 1903-1904.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

MM. G. DELÉPINE, maître de conférences à la Faculté libre des Sciences, 41, rue du Port, à Lille.

CHARLES MONGENAST, professeur de mathématiques supérieures, ancien officier d'artillerie, 20, rue du Couloir, à Ixelles.

GUSTAVE PARMENTIER, sous-lieutenant au 4^e régiment d'artillerie, École d'équitation, à Ypres.

Communications :

La parole est donnée à M. L. Dollo pour son travail sur les **Mosa-sauriens de la Belgique**, qui paraîtra aux *Mémoires*.

L'auteur, aidé de nombreuses figures au tableau noir, développe d'une manière aussi claire que précise son intéressante étude sur les Mosa-sauriens et les autres Reptiles pélagiques. (Voir *Mémoires* : pp. 207-216, pl. VI.)

M. le professeur *Abel* remercie vivement l'Assemblée de l'aimable accueil qu'elle lui a fait, et, tout en s'excusant de son peu de facilité à s'exprimer en français, se déclare très heureux, en sa qualité de Paléontologiste ayant spécialement étudié les Mammifères marins, de pouvoir dire quelques mots en réponse à la si intéressante communication de M. *Dollo*.

Depuis quatre ans, M. *Abel* a eu, en effet, l'occasion d'étudier au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique les Odontocètes vivants et fossiles, sur lesquels il y a encore tant de choses intéressantes à dire.

M. *Dollo*, en parlant des Reptiles pélagiques (Géosaures, Ichthyosaures, Plésiosaures, Mosasaures, notamment), s'est également occupé du temps pendant lequel ils ont vécu.

A ce sujet, M. *Abel* rappelle que les Ichthyosauriens ont dominé pendant les Époques triasique et jurassique ; les Mosasauriens, pendant l'Époque crétacée. D'autre part, durant le Tertiaire et le Quaternaire, ce sont les Mammifères marins, et non plus les Reptiles marins, qui dominent.

Quelle peut donc bien être la cause de l'Extinction des Ichthyosauriens et des Mosasauriens ?

M. *Abel* a déjà abordé ce problème au Congrès géologique international, à Vienne, en 1904, et il pense que l'Extinction des Reptiles pélagiques n'est pas une conséquence de la Lutte pour l'Existence, mais résulte d'une Loi de l'Évolution mise en lumière assez récemment.

C'est M. *Dollo* qui, le premier, il y a quelque onze ans, a formulé, dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie*, la Loi de l'Irréversibilité, à laquelle il faut, selon M. *Abel*, attribuer l'Extinction des Ichthyosauriens et des Mosasauriens, et à laquelle aussi est intimement liée la question des limites de la Variabilité de l'Espèce.

Darwin, Hæckel et Weismann croyaient que la Variabilité et l'Évolution étaient illimitées. Mais M. *Dollo* fut encore le premier qui, en s'appuyant sur le Transformisme, affirma que l'Évolution est limitée.

Cette Limitation de l'Évolution a, sans aucun doute, sa source dans l'Irréversibilité de l'Évolution et la Réduction progressive de la Variabilité.

Déjà Koken a appelé l'attention sur ce fait que toute Adaptation profondément accusée est un danger caché pour la durée géologique de la Vie de l'Espèce. Et l'on peut prédire, avec certitude, la disparition prochaine de certains types qui ont pris un développement excessif dans une direction déterminée. Exemples : *Mesoplodon Layardi* (Déve-

loppement excessif des Dents de la Mâchoire inférieure) et *Georhynchus hottentotus* (allongement excessif des Incisives).

Sans aucun doute, tous les Vertébrés supérieurs adaptés à la Vie pélagique sont hautement spécialisés. La conséquence de cette haute spécialisation est un amoindrissement de la Variabilité et conduira finalement à l'Extinction de ces Animaux.

C'est ce qui paraît avoir eu lieu pour les Mosasauriens.

On sait, aujourd'hui, que la fin de l'Époque crétacée et le commencement de l'Époque tertiaire n'ont pas été marqués par un cataclysme. Nous n'en sommes plus à la Théorie des Révolutions du Globe de Cuvier, qui expliquait la disparition brusque de grands groupes d'Organismes par de gigantesques catastrophes.

Tandis que les Mosasauriens étaient les maîtres de la mer pendant l'Époque crétacée, ce sont les Mammifères qui les remplacent dans l'Éocène.

D'heureuses découvertes qui ont été faites, en Égypte, dernièrement, dans les dépôts de l'Étage de Mokattam (partie inférieure de l'Éocène moyen), nous ont, enfin, fourni le passage, si longtemps cherché, entre les Cétacés et les Mammifères terrestres.

Il s'agit, ici, du *Protocetus atavus*, Fraas, Mammifère relativement petit, adapté à la Vie aquatique, et qui se rapproche tellement des Carnivores primitifs, les Créodontes, que E. Fraas ne le range pas parmi les Cétacés, mais le place parmi les Créodontes mêmes.

Comme il y avait lieu de s'y attendre, la formule dentaire de *Protocetus* est très primitive. Dans le Prémaxillaire, 3 Incisives; dans le Susmaxillaire, 1 Canine, 4 Prémolaires, 3 Molaires. Maintenant, il est très intéressant de constater que, déjà chez *Protocetus*, comme chez les *Zeuglodon* éocènes, les 3 dernières dents de la mâchoire supérieure, donc les 3 Molaires, sont réduites, tandis que les Prémolaires ont augmenté de volume.

Nous retrouvons ce même phénomène chez les *Squalodontides* miocènes. Ici, aussi, dans quelques formes, les trois dernières dents, plus petites que les autres, sont refoulées en arrière et chevauchent les unes sur les autres. Par là, on voit nettement que la multiplication des dents n'a pas eu son point de départ dans les vraies Molaires, mais dans les Prémolaires, là où les mâchoires ont subi un allongement local.

On croyait, autrefois, que les Prémolaires uniradiculées de *Squalodon* devaient s'expliquer par une division des Prémolaires biradiculées en deux dents distinctes uniradiculées. Maintenant, dans les riches

documents que nous offrent les Odontocètes fossiles des environs d'Anvers, nous trouvons le passage, si longtemps cherché en vain, entre les Squalodontides et les Physétérides : ce sont les espèces du genre *Scaldicetus*. On voit, ici, clairement que les Prémolaires furent, autrefois, biradiculées et que c'est par la soudure des deux racines qu'elles sont devenues uniradiculées.

Les relations des diverses familles, aujourd'hui isolées, des Cétacés vivants avec leurs Précurseurs primitifs hétérodontes du Tertiaire se retrouvent par le moyen d'un grand nombre de chaînons intermédiaires qui ont été découverts, il y a plus de quarante ans, lors de l'établissement des Fortifications d'Anvers.

Il est, ainsi, possible de reconnaître que, comme chez les Ichthyosauriens, les mêmes spécialisations se reproduisent dans les rameaux latéraux. Tandis, par exemple, que les Odontocètes richement dentés correspondent au type *Ichthyosaurus*, nous trouvons les équivalents d'*Ophthalmosaurus* et de *Baptanodon* parmi les Physétérides, les Ziphiides et les Delphinides.

La « Loi du Chevauchement des Spécialisations » de M. Dollo nous permet de suivre, avec certitude, les différentes lignes phylogéniques du grand groupe des Cétacés.

Par conséquent, les Cétacés du Bolderien ont, pour l'histoire des Cétacés en général, une signification qui n'avait pas été mise en évidence jusqu'ici. Or, il résulte de la très intéressante communication de M. Dollo que les Mammifères pélagiques, outre leur importance propre, ont encore un rôle capital à jouer dans l'explication de certaines structures des Reptiles pélagiques de l'Époque mésozoïque, structures dues à un phénomène de Convergence sous l'influence de conditions d'existence analogues.

M. Ad. Kemna, président. — La Paléontologie figure en belle place parmi les titres de notre Société, sur la couverture de nos Annales; elle vient, après une éclipse partielle de plusieurs années, de faire une rentrée brillante dans les pages mêmes de nos publications. Nos applaudissements ont témoigné de notre reconnaissance aux deux maîtres qui nous ont, ce soir, si vivement intéressés.

Dans la communication de M. Dollo, je suis surtout frappé par la concordance vers un même but adaptatif de nombreux détails structuraux des organes les plus divers. En fait, pas un seul des détails justiciables de la Paléontologie qui ne soit appelé en témoignage pour constituer un tel faisceau de preuves, que nous pouvons croire bonnement avoir vu

se dérouler sous nos yeux l'évolution de ces étranges formes animales.

Ce qui caractérise les travaux de notre éminent collègue, c'est qu'il ne perd jamais de vue que ces restes informes ont été jadis des animaux ayant vécu d'une vie réelle; le beau et l'intéressant de ses études provient de ce que toujours il se pose la question de l'adaptation au milieu et que souvent il y répond.

De là, deux particularités dans sa manière de traiter un sujet : la comparaison explicative avec les mœurs des formes vivantes et la recherche, non seulement des homologues de parenté, mais surtout des analogies, précisément parce que les analogies sont des ressemblances d'adaptation d'organismes différents. L'empire du monde marin, comme celui du monde terrestre, a passé des Reptiles secondaires aux Mammifères tertiaires, et nous avons entendu avec quel art consommé on a fait parler les seconds pour expliquer les premiers.

Nous sommes redevables à M. Dollo d'avoir amené à cette séance M. le professeur Abel, de Vienne. La communication qu'il a bien voulu nous faire est, en réalité, un exposé sommaire de la phylogénie des Cétacés, conçue dans le sens le plus élevé des principes de l'évolution.

Nous devons au zèle du vicomte du Bus de Ghisignies, jadis Directeur du Musée de Bruxelles, et du corps du Génie belge, la conservation de l'immense matériel cétozoologique des fortifications d'Anvers en 1860 et sa description minutieuse par M. P.-J. Van Beneden, qui y a consacré un labeur de vingt années; mais cet auteur lui-même se déclarait désillusionné, les résultats scientifiques intellectuels étant restés en deçà des anticipations; notamment pour l'origine et l'évolution du groupe, les renseignements étaient assez maigres. M. Abel vient nous dire que nous sommes plus riches que nous ne croyions; des fossiles d'Égypte ont indiqué la voie et permis d'apprécier à sa pleine valeur l'importance de notre collection nationale. Nous serions fort reconnaissants à M. Abel de nous tenir au courant de travaux entamés par lui dans un si haut esprit scientifique.

Exprimer notre reconnaissance est une tâche facile; mais discuter ces communications est une autre affaire. Entre les deux spécialistes que nous venons d'applaudir et tout le reste d'une assemblée pourtant nombreuse, la partie n'est pas égale. C'est donc uniquement pour un renseignement complémentaire que je me hasarde à poser une question.

Les mœurs bathycoles de *Plioplatecarpus* sont établies à suffisance de preuve; mais, dans ce cas, l'atténuation graduelle de la partie postérieure semble assez étrange. Dans la restauration que M. Dollo a dessinée au tableau, les membres pairs ne sont pas développés non

plus. Or, chez des animaux pulmonés, plongeurs profonds, il y a à considérer comme essentielle la faculté de translation rapide dans le sens vertical pour venir de temps en temps respirer à la surface. L'étalement horizontal de la queue a été mis en rapport avec ces mouvements verticaux. Cet étalement horizontal se trouve chez les Cétacés, les Sirénides et aussi chez les Pinnipèdes, car les membres postérieurs jouent physiologiquement le rôle de lobes latéraux. Y a-t-il indication de quelque chose de semblable chez *Plioplatecarpus*?

Malheureusement, cet aspect extérieur de la queue ne semble pas retentir sur l'organisation squelettique interne; pour autant que je sache, il n'y a pas de spécialisation de vertèbres dans la région de la nageoire caudale; s'il en était de même chez les Reptiles, la question serait paléontologiquement insoluble, à moins d'une trouvaille heureuse montrant un contour, comme l'Ichthyosaure de Fraas.

M. Dollo répond que les vertèbres caudales de *Plioplatecarpus* n'indiquent pas que la queue de ce Mosasaurien ait été *platycerque*, comme chez les Cétacés. D'autre part, les nageoires antérieures de *Plioplatecarpus* étaient bien plus fortes que celles de *Mosasaurus*.

M. Abel dit que chez les Cétacés, les dernières vertèbres sont assez aplaties dans le sens dorso-ventral. D'autre part, chez deux espèces de Marsouins, outre les lobes latéraux de la région caudale extrême, il y a, un peu plus en avant, des lobes verticaux médians, dorsalement et ventralement. Enfin, chez plusieurs dauphins, il y a, sur le bord antérieur de la nageoire dorsale et des nageoires pectorales, des tubercules osseux, dont le but est évidemment de consolider le bord antérieur de ces nageoires.

Tous ces tubercules sont, sans aucun doute, les derniers vestiges d'une carapace presque entièrement disparue. Déjà Burmeister avait figuré ces lobes verticaux médians en 1865, pour *Phocaena spinipinnis* Burm. de l'embouchure du Rio de la Plata; ces dispositifs sont plus marqués chez *Phocaena Dallii* True de l'Océan Pacifique septentrional (Alaska), décrit, en 1885, par J. True (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, VIII, Pl. II-VI, et *Bull. U. S. Nat. Mus.*, n° 36, Washington, 1889, Pl. XXXVII).

M. Dollo fait remarquer que *Plioplatecarpus* n'a que 15 paires de côtes, tandis que *Mosasaurus* en a 59 paires.

Si on se rappelle que *Sphenodon* a 17 paires de côtes et *Varanus*

19 paires, on doit admettre que le *Thorax* a subi une *réduction* chez *Plioplatacarpus* et un *allongement* chez *Mosasaurus*.

Quelle est la *signification physiologique* de ces transformations, et à quelles *adaptations* répondent-elles?

C'est ce que M. *Dollo* se réserve d'examiner ultérieurement.

M. *Abel* estime que c'est là, en effet, une question très intéressante qui doit faire l'objet d'une étude approfondie. L'orateur ajoute que les Cétacés actuels les plus primitifs ont encore des traces très nettes des Nerfs olfactifs à l'état adulte (*Physeteridae*: *Physeter macrocephalus*; *Ziphiidae*: *Hyperoodon rostratus*), tandis que les *Delphinidae* n'en montrent plus de vestiges qu'à l'état embryonnaire.

De même, à l'égard du nombre des Côtes bicipitales, par rapport au nombre des Côtes unicipitales, les Physétérides et les Ziphiides sont beaucoup plus primitifs que les Delphinides; quant aux Eurhinodelphides, ils se rattachent aux Physétérides.

Nous trouvons, chez *Physeter*, 9 paires de Côtes bicipitales sur 10; de même chez *Scaldicetus* et chez *Eurhinodelphis*. Au contraire, chez *Lagenorhynchus*, par exemple, sur 15 paires de Côtes, il n'y en a que 6 qui soient bicipitales, et 9 sont unicipitales.

La cause de la transformation des Côtes bicipitales en Côtes unicipitales n'est pas encore entièrement éclaircie. Dans tous les cas, il faut observer que les Côtes unicipitales, par leur attachement plus lâche avec les Vertèbres dorsales, permettent une plus grande expansion du Thorax. La transformation des Côtes bicipitales en Côtes unicipitales n'est, dès lors, peut-être qu'une Adaptation à plonger, l'élargissement de la poitrine étant destiné à emmagasiner une plus grande quantité d'air avant la descente.

Quant à la cause des diverses longueurs du Thorax chez les Physétérides et les Ziphiides, d'une part, et chez les Delphinides, d'autre part, elle n'a pas encore fait l'objet d'études comparatives. Il est, dans tous les cas, très remarquable que, chez *Mesoplodon bidens*, la cage thoracique ne représente qu'à peu près le quart de la longueur du tronc, tandis que, chez *Stenodelphis Blainvillei*, elle en forme presque la moitié.

M. *Kemna*, président. — Avant de clôturer ce point de l'ordre du jour, j'ai à faire une communication encore. Par application de l'article 19 des statuts, le Bureau a l'honneur de vous proposer de nommer M. le professeur *Abel*, membre associé étranger de notre Société.

Cette proposition est ratifiée par d'unanimes applaudissements.

Dans le même ordre d'études, M. L. Dollo demande à pouvoir présenter un travail qu'il résume en séance et consacré à **L'origine des Mosasauriens**.

M. le *Président* félicite vivement M. Dollo de ses intéressantes communications, dont il fait ressortir toute l'importance, et il croit être l'interprète de l'Assemblée en émettant un vœu favorable à leur publication dans les *Mémoires*. (Adopté.)

Il remercie également M. le professeur *Abel* des nouveaux et utiles renseignements donnés au cours de la discussion de ces travaux.

L'Assemblée, d'accord avec l'auteur et vu l'heure avancée, décide de remettre à la prochaine séance la communication annoncée de M. Rutot et elle décide l'impression aux *Mémoires* d'un travail statistique de M. le baron O. van Ertborn sur **Les puits artésiens de la région de Bruxelles dans leurs rapports avec la topographie souterraine des terrains primaire et crétacé**. (Voir *Mémoires*, pp. 223-241.)

M. Kemna résume ensuite les documents suivants de M. le colonel retraité *Tecqmenne*, qui ont été distribués en épreuve préalable aux membres spécialistes.

M. le baron O. van Ertborn fait parvenir à l'Assemblée le texte d'une lettre et d'une notice consacrées à **la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires**, que lui avait envoyées à titre personnel M. le colonel en retraite *Tecqmenne*.

Le sujet traité dans cette communication étant des plus intéressants, M. van Ertborn a demandé à l'auteur l'autorisation de présenter sa note pour la publication dans les *Procès-Verbaux* de nos séances. Ci-dessous le texte de la lettre de M. *Tecqmenne* et celui de sa notice.

MONSIEUR VAN ERTBORN,

Dans une notice insérée par vous dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie*, tome XV (1901), page 186, concernant le puits artésien du *Royal Palace Hotel*, à Ostende, je lis :

« La présence d'ammoniaque libre et surtout d'ammoniaque albuminoïde dans cette eau est assez insolite ; à notre connaissance, elle n'a jamais été signalée dans des eaux artésiennes. Dans les eaux superficielles, on attribue généralement cet ammoniaque albuminoïde à une contami-

nation par les produits de putréfaction animale. Mais il serait bien difficile de lui donner la même signification dans une eau provenant de 180 mètres de profondeur et où toute infiltration étrangère est absolument exclue. Est-ce qu'elle proviendrait du lessivage de restes organiques fossiles? »

Une mésaventure du même genre m'est arrivée à l'occasion d'un puits tubulaire foré sous ma direction et m'a amené à rechercher les causes insolites qui peuvent provoquer la présence d'ammoniaque dans une eau artésienne. J'avais consigné le résultat de mes recherches dans une notice que je comptais transmettre à mes chefs hiérarchiques; mais j'en ai été empêché par ma mise à la retraite.

Sachant la haute compétence en matière de puits artésiens dont vous avez donné tant de preuves, je me permets de vous soumettre mon modeste travail, dans l'espoir que vous le lirez avec intérêt.

Veuillez agréer, Monsieur van Ertborn, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

TECQMENNE,
colonel du génie en retraite,
ancien commandant du génie, à Termonde.

De la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires, par M. TECQMENNE, colonel du génie retraité.

Dans le voisinage des lieux habités, les eaux phréatiques ou superficielles, qui alimentent les puits ordinaires, sont généralement contaminées par les matières organiques et ne devraient plus servir aux usages domestiques.

Aujourd'hui que la construction des puits tubulaires, même ceux d'une grande profondeur, ne présente plus de difficultés insurmontables et peut être réalisée à des prix relativement minimes, il est bien préférable d'aller chercher l'eau potable dans les couches profondes, bien protégées. L'eau y est généralement très pure, d'une composition constante, et la température à peu près invariable.

Dans toute l'étendue de la moyenne et de la basse Belgique, il existe des nappes artésiennes qui peuvent donner toute sécurité au point de vue de la santé publique.

Toutefois, il convient, dans chaque cas, que l'eau captée soit soumise à une analyse sévère avant de la livrer à la consommation, car certaines nappes peuvent renfermer des principes minéraux nuisibles à l'organisme humain.

Je citerai notamment une nappe d'eau que l'on rencontre à

150 mètres de profondeur sous le territoire de Termonde (Landenien supérieur) et qui contient une forte proportion de carbonate de soude.

Mais il ne faut cependant pas que le pessimisme, en matière d'analyse chimique, dépasse certaines limites, car on courrait fatalement le risque de faire rejeter la plupart des eaux.

Le cas s'est présenté à l'occasion d'un puits établi, en 1900, à la caserne de gendarmerie à Termonde, et je crois être utile à tous ceux qui s'intéressent à cette question, en faisant ressortir les conséquences d'une analyse chimique trop rigoriste.

Le puits dont il s'agit fut foncé à 50 mètres de profondeur, où se trouve une nappe d'eau particulièrement pure (étage panisélien) et qui alimente déjà un certain nombre de puits appartenant à des particuliers, à l'administration communale et au Département de la Guerre.

L'eau du nouveau puits fut déclarée *impropre à la consommation*, parce qu'elle renfermait de l'ammoniaque, en qualité non dosable, mais cependant manifeste.

Rappelons que les puits dont nous nous occupons sont constitués au moyen de tubes en tôle ou en fer étiré, qui descendent jusqu'au niveau de la nappe aquifère. La solidité des tubes et les soins que l'on apporte dans leurs assemblages procurent une étanchéité parfaite à tout le système et empêchent tout mélange des eaux superficielles avec celle de la nappe atteinte par la partie inférieure du tubage.

Il est donc permis d'affirmer que toute pollution de la nappe artésienne est rendue impossible, et si des traces d'ammoniaque sont signalées, par l'analyse chimique, dans une eau qui ne devrait pas en contenir, il faut en rechercher l'origine ailleurs que dans le mode de tubage adopté. C'est ce que nous allons tenter de faire.

Tout le monde sait que le fer se conserve indéfiniment, sans altération, dans l'air sec et même dans l'oxygène sec, à la température ordinaire, mais qu'il s'altère promptement dans l'air humide et se couvre de rouille.

Nous donnons ci-dessous, d'après le *Traité de chimie* de Regnault, les phénomènes qui accompagnent la formation de la rouille.

La rouille du fer consiste en une oxydation du métal à sa surface. Cette oxydation s'opère surtout facilement en présence de l'acide carbonique; or, nous savons que l'air en renferme toujours une petite quantité. Sous l'influence de l'acide carbonique et de l'oxygène, le fer se change en carbonate de protoxyde, qui absorbe une nouvelle portion d'oxygène et se transforme en hydrate de protoxyde de fer.

L'acide carbonique dégagé facilite l'oxydation d'une nouvelle quantité de fer métallique. On a reconnu que le fer, une fois qu'il a commencé à se rouiller en un point, s'altère ensuite très rapidement autour de ce point. Cela tient à ce qu'il survient alors un phénomène galvanique qui accélère l'oxydation.

Le fer et la petite couche d'oxyde qui s'est formée à sa surface constituent les deux éléments d'une pile dans laquelle le fer devient positif et acquiert ainsi pour l'oxygène une affinité assez grande pour décomposer l'eau à la température ordinaire, avec dégagement de gaz hydrogène. On rend ce phénomène très sensible en laissant rouiller à l'air de la limaille de fer mouillée; on reconnaît au bout de peu de temps, d'une manière très prononcée, l'odeur que répand le gaz hydrogène quand il est préparé avec des métaux carburés.

La rouille renferme presque toujours une petite quantité d'ammoniaque; on la rend manifeste avec de la potasse. La présence de l'ammoniaque s'explique de la manière suivante.

On sait que, lorsque l'hydrogène et l'azote se rencontrent à l'état naissant dans un liquide, ils se combinent et forment de l'ammoniaque. Or, l'eau qui mouille la rouille renferme de l'azote en dissolution, puisque cette eau se trouve au contact de l'air; et, d'un autre côté, il se dégage de l'hydrogène par la décomposition de l'eau. Les circonstances dans lesquelles l'ammoniaque peut se former, par la combinaison directe de l'azote avec l'hydrogène, se trouvent donc réalisées. Le peroxyde de fer jouit, par rapport aux bases très fortes, des propriétés d'un acide faible : il retient l'ammoniaque et l'empêche de se dégager (1).

Pendant la construction d'un puits tubulaire, la partie supérieure du tube se couvre de rouille sur ses deux parois. Cette rouille est peu adhérente au métal et se détache facilement; elle se délaie dans l'eau et vient couvrir les organes intérieurs de la pompe. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que des traces d'ammoniaque soient révélées par l'analyse chimique de l'eau d'un puits récemment construit.

(1) La présence de l'ammoniaque dans la rouille est parfaitement connue en médecine légale. Anciennement, lorsque les taches de rouille rencontrées sur une arme blanche, soupçonnée d'avoir servi à commettre un crime, dégageaient de l'ammoniaque au contact de la potasse, c'était une preuve, croyait-on, que la rouille avait dû se former en présence d'une matière animale et qu'elle provenait d'une tache de sang. Les progrès de la chimie ont permis, ainsi que nous l'avons établi, de faire tomber cette hérésie.

Remarquons d'ailleurs que la caserne de gendarmerie de Termonde est construite sur l'emplacement d'un ancien fossé qui servait à l'écoulement des eaux ménagères de tout un quartier de la ville. Le terrain superficiel y est donc saturé de matières organiques, et si une imperfection quelconque avait existé dans le tubage du puits artésien, l'ammoniaque aurait dû être constatée en quantité notable dans l'eau de ce puits, et non à l'état de simples traces non dosables.

Quoi qu'il en soit, nous pensons avoir démontré que l'ammoniaque trouvée dans l'eau d'un puits tubulaire nouvellement construit peut provenir d'une cause non suspecte et qui disparaîtra au bout de fort peu de temps.

Quand donc l'analyse chimique de l'eau d'un nouveau puits tubé décèlera de l'ammoniaque, il conviendra toujours de soumettre l'eau à l'analyse bactériologique, afin de s'assurer si la présence de l'ammoniaque est due réellement à des matières organiques, auquel cas seulement le puits devra être condamné.

Cette seconde analyse fut opérée ultérieurement, par le service médical, en ce qui concerne le puits qui nous occupe. L'absence de tout bacille pathogène fut constatée, et M. l'Inspecteur général du Service de santé de l'armée décida que le puits artésien de la caserne de gendarmerie serait mis en service.

Nous croyons devoir ajouter que la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires, lorsqu'elle est due aux phénomènes que nous avons décrits précédemment, ne se manifeste plus au bout d'un certain temps. Il en fut ainsi pour le puits de la caserne de gendarmerie, ainsi qu'il résulte des analyses subséquentes (1).

Cela tient à ce que l'oxydation de la paroi interne du tube s'arrête presque totalement lorsque le puits est achevé. Le puits est alors fermé à la partie supérieure; l'air atmosphérique n'y pénètre plus; la condensation sur la paroi métallique ne se produit plus et la formation de la rouille, qui en est la conséquence, est évitée.

Avant de fermer un puits tubulaire, il faudra avoir soin de gratter au vif et aussi bas que possible sa paroi interne, afin d'en détacher la rouille; on pompera ensuite pendant quelques jours pour extraire du puits toute l'eau souillée, et si on a fait usage de la pompe destinée à rester sur le puits, il faudra la nettoyer avec le plus grand soin.

Dans certains cas, pour éviter la formation de la rouille, on a pres-

(1) Les eaux de tous les puits dépendant des bâtiments militaires sont analysées tous les ans.

crit que les tubes des puits seraient galvanisés. Nous jugeons cette précaution inutile, parce qu'elle ne peut donner qu'une fausse sécurité.

En ce qui concerne les tubes en tôle, qui s'assemblent entre eux à l'aide de manchons rivés sur place au fur et à mesure de la descente du puits, le travail du rivetage fait disparaître la mince pellicule de zinc dans un certain rayon autour de chaque rivet et la formation de la rouille devient possible en tous ces points.

S'il s'agit de tuyaux en fer étiré, dont le diamètre est généralement très faible, il est fort difficile de s'assurer que la galvanisation ne présente aucune solution de continuité. En outre, le frottement continu des outils foreurs contre la paroi du tube est de nature à enlever des lamelles du zinc protecteur et, conséquemment, à produire la mise à nu du fer en certains endroits.

Un autre palliatif a encore été mis en œuvre dans le même but. Il consiste à prolonger les tubes dans un bain de brai chaud. Le goudron communique à l'eau un goût désagréable, qui persiste pendant fort longtemps. Nous citerons un puits construit en 1898, dans la cour de la caserne de la rue de Malines, à Termonde, qui, actuellement encore (1903), est délaissé par les occupants de cette caserne à cause de l'odeur de goudron très prononcée qu'offre l'eau de ce puits.

Nous pensons donc qu'il est préférable de laisser le fer à nu.

Nous avons dit précédemment que la formation de la rouille dans la partie supérieure du puits devenait à peu près nulle à partir du moment où le puits est fermé.

Quant à la partie du tubage constamment immergée, il importe de remarquer qu'elle est peu sujette à s'oxyder.

Le fer se rouille promptement, il est vrai, dans l'eau chimiquement pure; mais on a reconnu qu'il ne s'altérerait que très peu dans de l'eau qui renfermait des quantités, même infimes, de carbonate de soude ou de potasse, et presque toutes les eaux profondes en contiennent toujours suffisamment.

D'autre part, les eaux artésiennes renferment généralement très peu d'oxygène en dissolution. Cela tient à ce que l'air dissous dans les eaux météoriques s'en sépare pendant la filtration au travers des couches de terrain qu'elles doivent franchir avant d'atteindre le lit imperméable qui les retient.

Ce manque d'oxygène dans l'eau est le plus sûr garant de la bonne conservation du tube.

Dans le but d'augmenter le rendement des puits artésiens, on a,

depuis quelques années, remplacé les pompes ordinaires par des compresseurs d'air. Nous pensons que la formation de la rouille doit être très active dans des puits actionnés de la sorte et que la destruction prématurée du tubage y est à craindre.

La séance est levée à 10 h. 25.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

P. FOURMARIER et A. RENIER, ingénieurs géologues. — **Étude paléontologique et stratigraphique du Terrain houiller du Nord de la Belgique.** (*Ann. des Mines de Belgique*, 1905, t. VIII, 4^e liv., pp. 1185 et suivantes.)

Le nouveau bassin houiller de la Campine n'a été étudié jusqu'à présent qu'aux seuls points de vue de sa teneur en charbon et de son allure stratigraphique; les auteurs traitent de son caractère paléontologique. Les fossiles recueillis sont très abondants.

Les auteurs préludent par l'étude des roches : Schistes, Grès, Psammites, Houilles, Minéraux.

En France, en Allemagne et en Angleterre, la formation houillère a été divisée en deux étages : le Stéphanien et le Westphalien, dont la flore est bien connue dans ces pays. Il n'en est malheureusement pas de même pour les bassins belges.

En fait de fossiles, on n'a pas trouvé, dans les sondages, de fossiles nettement stéphanien, et il n'est pas établi que des sondages aient atteint en Campine le Westphalien inférieur.

Tous les fossiles trouvés se rencontrent aussi dans les bassins de Liège et du Hainaut.

Les auteurs divisent le Houiller de la Campine en deux assises : la supérieure, riche en fossiles; la seconde, pauvre en fossiles. Cette division peut être rapprochée de celle admise en Westphalie.

Au point de vue stratigraphique, MM. Fourmarier et Renier font remarquer que les couches houillères forment de grands plateaux faiblement inclinés, sauf en quelques points, où de fortes inclinaisons ont été observées.

Il n'y a pas de doute qu'en Campine, le Houiller ne soit traversé par un certain nombre de cassures.

L'allure du bassin est Nord-Ouest—Sud-Est et son inclinaison générale Sud-Ouest—Nord-Est.

La teneur en matières volatiles nous montre que plus on avance vers le Nord, plus les couches sont récentes.

Ces données ont permis aux auteurs de tracer la carte du bassin houiller de la Campine, jointe à leur travail.

Elle indique l'allure générale du bassin d'après les zones fossilifères; comparée à la Carte basée sur les teneurs en matières volatiles, elle présente la même allure générale.

Passant ensuite aux *roches rouges*, dont l'âge n'est pas encore nettement déterminé, les auteurs rappellent qu'elles furent considérées d'abord comme triasiques, puis rapportées au Houiller par M. de Lapparent.

On ne sait pas encore si elles reposent en stratification concordante sur le Houiller. Les auteurs sont tentés de les rapporter au Permo-Trias. A Wezel, ces roches reposent sur le Zechstein fossilifère; en Belgique, sur le Houiller.

Le mémoire se termine par le tableau synoptique des espèces fossiles recueillies.

O. v. ERTB.

ALB. MEURICE et LUCIEN DENOËL. — **Analyse des charbons des sondages de la Campine.** (*Ann. des Mines de Belgique*, 1903, t. VIII, 4^e liv., pp. 1128 et suivantes.)

L'Administration des Mines a fait procéder à l'analyse chimique des échantillons de houille provenant des cinquante sondages productifs exécutés dans la Campine.

Les analyses ont été faites à l'Institut chimique de M. Alb. Meurice.

Toutes les analyses ont été faites par le même procédé, afin que les résultats fussent comparables entre eux.

Après avoir rappelé l'aléa que peuvent présenter les divers échantillons, recueillis dans des conditions fort différentes et plus ou moins longtemps conservés, faits qui peuvent modifier légèrement les résultats, les auteurs exposent le mode de procéder employé pour les analyses.

Les résultats de ces travaux sont condensés dans trois tableaux, qui accompagnent le mémoire de MM. Meurice et Denoël.

Le tableau *A* contient les résultats classés d'après l'ordre de numération des sondages et la profondeur des couches. Plus de trois cents analyses ont été faites d'après un plan méthodique.

Le tableau *B* permet de comparer les analyses faites à l'Institut Meurice avec celles faites dans d'autres laboratoires par les auteurs des sondages.

Dans le tableau *C*, MM. Meurice et Denoël ont groupé les sondages d'après les qualités de la houille, afin de donner une idée de l'importance relative de chaque faisceau reconnu et de leur distribution géographique.

Les couches à gaz forment le faisceau le plus important ; viennent ensuite les couches à coke. Les houilles à longue flamme et les houilles maigres sont représentées par un petit nombre de sondages.

E. V. ERTB.

(Pour la suite voir 1904, t. IX, 3^e liv., pp. 675 et suivantes.)

De « prise d'eau » der *Amsterdamsche duinwaterleiding*.

(Communication faite à la séance de l'Institut royal des Ingénieurs du 10 novembre 1905, par I.-M.-K. PENNINK, membre de l'Institut royal, avec 59 figures dans le texte et 14 planches. La Haye, 1904.)

L'auteur traite, en ingénieur praticien expérimenté, de l'*Hydrologie* et de la *Géo-Hydrologie* de la région dunale d'où la ville d'Amsterdam tire l'eau de sa distribution publique.

Ce travail remarquable, tout en décrivant ce mode d'alimentation dans le cas spécial de la ville d'Amsterdam, est encore d'un intérêt général, et tout particulièrement pour la Belgique, car dans ces dernières années on a préconisé de nouveau ce mode d'alimentation pour les stations balnéaires du littoral.

On avait cru de tout temps que la nappe phréatique dunale était alimentée par les pluies, lorsque les opinions les plus *étonnantes* prirent naissance en Allemagne. La nappe aquifère dunale serait alimentée en partie par la condensation de la vapeur d'eau, dissoute dans l'air, circulant dans les interstices qui séparent les grains de sable ; elle serait aussi alimentée par l'eau provenant de l'intérieur du pays et s'écoulant souterrainement vers la mer, remontant ensuite dans les

dunes, soit par capillarité, soit sous l'effet de la contre-pression de l'eau de mer plus dense.

Ces idées ont leurs adeptes, même en Hollande, et ont eu leur répercussion en Belgique, car elles donnèrent lieu à des communications aux deux Sociétés qui, en Belgique, s'occupent spécialement d'Hydro-Géologie.

Cet exposé explique l'extension que nous avons donnée à ce résumé bibliographique. Nous passerons donc rapidement sur les points qui n'ont qu'un intérêt local et nous examinerons avec soin les questions d'un intérêt général.

L'auteur, après un exposé historique de la distribution d'eau d'Amsterdam, en fait la description technique. La surface drainée est de 3000 hectares, fournissant la quantité de 25 à 30'000 mètres cubes nécessaire quotidiennement.

Le rendement par hectare-jour est donc très élevé, soit de 8 à 10 mètres cubes. Il est vrai que dans les dunes le ruissellement est presque nul, que l'absorption par les végétaux est encore moindre. Il s'infiltrerait dans le sable 64 % de la hauteur d'eau tombant annuellement; en admettant pour celle-ci la quantité de 0^m 500, comme nous le verrons plus loin, 36 % seraient enlevés par l'évaporation, les végétaux, le ruissellement, et tout spécialement par des infiltrations souterraines, latérales ou verticales, lorsque la nappe phréatique se trouve en contre-haut.

Le chapitre III est consacré à l'Hydrologie de la prise d'eau. Déjà avant 1890, le géologue allemand, Dr Otto Volger, exposa ses idées sur la *condensation*. Cette théorie est exposée longuement et avec beaucoup de zèle dans l'ouvrage de Friedrich König : *Die Vertheilung des Wassers über, auf und in der Erde*, 1901. M. J. Van Hasselt, confrère de M. Pennink à l'Institut royal, a prouvé, avec chiffres à l'appui, dans son article *Over grondwater*, que l'apport de la *condensation* pour une distribution d'eau est insignifiant, et M. Pennink est d'avis qu'à Amsterdam elle n'a rien à voir dans la « prise d'eau ».

Il ne méconnaît cependant pas qu'il se produit une certaine condensation de vapeur d'eau dans le sol.

L'auteur parle ensuite de la théorie de M. R. d'Andrimont, d'après laquelle la plus grande partie des eaux du littoral belge serait due à l'afflux souterrain des eaux de l'intérieur du pays.

Divers auteurs assurent donc que des considérations de grand poids, même scientifiques, prouvent que l'eau dunale ne doit pas son origine à la pluie, comme le pense l'auteur, et c'est à lui à fournir les preuves

du contraire. L'auteur s'efforcera de le faire et de réaliser le programme suivant et de prouver *qu'une partie de cette eau qui tombe sur notre terrain de « prise d'eau » s'infiltre vers l'intérieur des terres et doit s'écouler de ce côté, que pas une goutte d'eau du pays situé à l'Est de notre chaîne de dunes ne s'infiltre vers la mer et, de plus, comme manière de parler, que pas une goutte d'eau de notre « prise d'eau » ne s'écoule souterrainement vers la mer, et qu'enfin la petite quantité d'eau dunale qui s'épanche vers la mer, et qui a donné naissance aux théories les plus étonnantes, non seulement chez nos voisins allemands, mais contre lesquelles on n'a même pu prémunir nos concitoyens, et qu'en tout cas cette déperdition n'est que d'une importance toute secondaire.*

L'auteur établit que les observations des niveaux dans les puits font voir l'action des séries de temps humide et sec. Tous les diagrammes prouvent cela à l'évidence.

Quelle quantité d'eau pluviale reçoit annuellement la région dunale? A cette question, on ne peut répondre que par ce qui a été observé à la « prise d'eau ». Une moyenne de douze années d'observation (1888-1899) nous donne 0^m74. Les observations furent faites à Leiduin, où se trouvent les machines élévatoires. Ce point est très voisin de la « prise d'eau » dans les dunes.

En 1901, on plaça trois udomètres enregistreurs à la « prise d'eau »; on constata :

1901.	{	Quantité tombée à Leiduin	0 ^m 654
		— à la « prise d'eau »	0 ^m 504
		Différence en moins : 0 ^m 150, ou 22½ %.	
1902.	{	Quantité tombée à Leiduin	0 ^m 659
		— à la « prise d'eau »	0 ^m 528
		Différence en moins : 0 ^m 131, ou 20 %.	
1903.	{	Quantité tombée à Leiduin	0 ^m 643 3
		— à la « prise d'eau »	0 ^m 482.4
		Soit 25 % en moins.	

A la « prise d'eau », on a toujours pris la moyenne des trois pluviomètres.

De prime abord, on avait cru à quelque défaut du pluviomètre de Leiduin; on en plaça un second, qui confirma complètement les observations faites au premier.

On peut conclure de ces observations que les nuages pluvieux amenés par les vents occidentaux ne commencent à se refroidir et à se condenser que lorsqu'ils ont traversé la région dunale, large de 5 kilomètres.

L'auteur se demande si cette remarque est juste et s'il tombe moins d'eau dans les terres de bruyères. Nous pouvons, pensons-nous, répondre affirmativement à cette question. Il tombe en moyenne moins d'eau en Campine que dans le reste de la Belgique centrale.

L'auteur donne ensuite des chiffres qui prouvent à l'évidence que *l'eau dunale d'Amsterdam* doit exclusivement son origine à la pluie.

Il nous dit ensuite qu'il est établi que l'on avait estimé trop haut la quantité que l'on croyait pouvoir tirer de la surface drainée et qu'il a fallu en rabattre de 20 à 25 %. On attribuait cette déperdition à l'évaporation, à l'absorption végétale.

A la suite de recherches faites dans ces derniers temps et dont l'auteur signalera les particularités plus loin, il paraîtrait qu'en outre de l'évaporation, etc., il y a une autre cause de déperdition qu'il désignera provisoirement sous le nom de *perte mystérieuse*. Cette perte s'élèverait à environ 4 millions de mètres cubes annuellement. On croyait que cette déperdition devait se faire par en haut, mais on ne soupçonnait pas que cette quantité pouvait disparaître en profondeur.

Une série d'expériences minutieuses est entreprise; on n'en pourra connaître les résultats que dans une année.

La seconde partie du chapitre III est consacrée à la circulation de l'eau dans les drains horizontaux à ciel ouvert et souterrains et dans les drains verticaux. L'auteur résume de nombreuses expériences et constatations faites à ce sujet. Cet ordre d'idées n'étant pas compris dans le cadre des études que notre Société s'est tracé, nous le passons sous silence.

Le chapitre IV est consacré à la *Géo-Hydrologie* de la « prise d'eau ». L'auteur rappelle, en commençant, le sondage fait par M. l'ingénieur Herzberg dans l'île de Norderney, sur les côtes de l'Ost-Frise. Cette île est tout au plus large de 2 kilomètres à marée haute. Le sondage ne fit reconnaître l'eau saumâtre qu'à 60 mètres de profondeur (1); plus haut, elle était douce, et cela en pleine mer. M. Herzberg basa sur ce fait sa *théorie de l'eau dunale mobile*.

Ce fait attira l'attention à Amsterdam d'autant plus qu'à la fin de 1902 la situation devenait précaire; la zone dunale paraissait épuisée et l'on devait ménager la quantité d'eau, en attendant qu'on établît une prise d'eau au Rhin, afin qu'Amsterdam ne souffrit pas de disette d'eau en 1905.

Un sondage de reconnaissance, au point de vue géologique, fut

1) Soit bien au-dessous du niveau de la mer; cette île est très basse.

poussé jusqu'à 150 mètres, et subsidiairement pour savoir jusqu'à quelle profondeur s'étendait l'eau douce. On rencontra ce que nous avons trouvé à Ostende : le sable dunal, l'argile poldérienne, les sables grossiers quaternaires, mais sur une bien plus grande échelle, car la couche entière ne fut pas percée. L'eau salée ne fut atteinte qu'à environ 135 mètres sous le 0 d'Amsterdam.

Les eaux trouvées aux différents niveaux sont désignées par leurs teintes dans le mémoire de M. Pennink. On plaça des tuyaux de contrôle aux diverses profondeurs. Lorsqu'on pompait l'eau dunale, tous les niveaux étaient influencés, comme le montrent les diagrammes qui accompagnent cet exposé des observations. La pression varia donc dans toute la masse de 150 mètres d'épaisseur.

Cette découverte fut suivie d'une autre, beaucoup plus importante : les différences de hauteur dans les nappes aquifères 1, 2, 3 firent voir que la perte de pression, due à la diminution de hauteur de l'eau dunale, est accompagnée d'un mouvement ascensionnel de l'eau des couches profondes.

Le premier pas était fait pour découvrir la cause de la *perte mystérieuse* dont il a été question plus haut. La surcharge de l'eau dunale produit l'effet inverse et une partie de celle-ci se perd dans les couches alluviales sous-jacentes. Deux puits de contrôle donnèrent une pente de la nappe de 1.2000 vers l'intérieur des terres. Deux autres puits de contrôle ont donné pour différence de niveau hydrostatique entre l'eau de mer et la nappe d'eau douce sous-jacente à l'argile poldérienne environ 5 mètres.

Il paraît donc établi, d'après les observations faites à la « prise d'eau », que la *théorie de l'eau mobile* est vraie.

En profondeur entre les eaux douces et les eaux salées existe une zone de transition contenant une *nappe mélangée* qui, à la « prise d'eau », se trouve entre 10 et 20 mètres de profondeur.

La limite entre les dépôts quaternaires et modernes se trouve, à la « prise d'eau », à environ 25 mètres sous le 0 d'Amsterdam (mer moyenne). Les sables quaternaires paraissent renfermer peu de débris de végétaux.

Revenant ensuite à la *perte mystérieuse*, l'auteur nous dit que le mystère n'est point entièrement élucidé, parce que l'on ne connaît pas encore l'importance de la déperdition. Il l'estime à 4 000 000 de mètres cubes par an, la moitié de la consommation d'Amsterdam (1).

(1) Respectivement 11 000 et 22 000 mètres cubes par jour.

La déperdition peut se faire verticalement, mais aussi latéralement.

Pour établir ces faits, beaucoup de données sont encore obscures, et il y aura lieu de les déterminer.

La perte quotidienne estimée plus haut s'élève à 0'365 par jour et par mètre carré, et révèle une vitesse de 0^m365 par vingt-quatre heures (1), ou de 0^m133 par an. A première vue, le chiffre de 4 000 000 de mètres cubes est *effrayant*, mais lorsque l'on épluche les gros chiffres, on apprécie mieux les faits. L'eau landenienne, tombée sur les affleurements sous le règne de Charles-Quint, pour sourdre par le puits artésien d'Aerschot à la fin du XIX^e siècle, était animée d'une vitesse bien autrement grande : une centaine de mètres par an, au lieu de 133 millimètres. Il est vrai qu'il y a pression assez forte.

Cette vitesse verticale infiniment petite appelle notre attention sur la vitesse latérale des nappes phréatiques dans une région presque absolument horizontale; elle se traduira par des chiffres encore plus petits. Il s'ensuit que la *théorie de l'eau mobile* reste vraie comme théorie, mais en pratique?

Nous lisons page 36, colonne 2, du mémoire de M. Pennink, qu'au forage n° 1800, on a trouvé, à 70 mètres sous le 0 d'Amsterdam, une couche de 1 mètre d'épaisseur, dont les éléments prouvent qu'elle a formé une surface couverte de végétation entre les deux périodes glaciaires. Le sol devait se trouver à cette époque, au moins à 3 mètres au-dessus du 0 : AP (2). Il s'ensuit donc que depuis la période interglaciaire, le sol s'est enfoncé dans cette région de 73 mètres au moins. Cet affaissement du sol au fur et à mesure que la sédimentation lui faisait compensation pour le maintenir au-dessus du niveau de la mer, nous porte à croire que les eaux douces qui s'étendent en sous-sol tant en contre-bas du niveau de la mer, sont en majeure partie des eaux *fossiles* qui ont imprégné ces couches avant leur affaissement et sont descendues avec elles à ces niveaux à première vue si insolites (3). La substitution des eaux douces aux eaux salées se ferait avec une très grande lenteur et serait bien loin d'être terminée. Le résultat des constatations que donne M. Pennink (p. 44, col. 1) nous semble confirmer cette opinion. Il nous dit, en effet : « De la mer du Nord l'eau descend verticalement jusqu'aux couches de sable diluvien grossier, pour s'infiltrer alors horizontalement dans la direction des terres, pour

(1) Elle est quadruple pour cette quantité dans un sable ayant 25 % de vide.

(2) Le 0 d'Amsterdam se désigne en abrégé AP; Amsterdamsche Pyl = Niveau moyen de la mer.

(3) Peut-être même à l'état congelé pendant l'âge glaciaire.

reprendre un mouvement ascensionnel sous le polder du lac de Haarlem (1), jusqu'à ce que la pression soit totalement perdue. » La substitution se ferait lentement par en dessous.

Nous croyons utile de rappeler à cette occasion que pendant tous les temps quaternaires, et même au commencement de la période moderne, la configuration des côtes était loin d'être ce qu'elle est aujourd'hui. Le bassin de la mer du Nord est, géologiquement parlant, très récent; les tourbes qui en occupent le fond, même bien au large des côtes actuelles, en sont la preuve bien probante. Norderney et toutes les îles du littoral de la Frise ne sont que des lambeaux du continent détachés par affaissement et érosion à une époque très peu reculée. Il n'y a donc rien d'étonnant qu'on y trouve en sous sol des eaux douces, bien au-dessous du niveau de la mer, la substitution, due à la différence de densité, n'ayant pas encore eu le temps de se faire.

Le sous-sol de la Hollande contient donc dans ses couches quaternaires une immense quantité d'eau douce; quant à la qualité, elle laissera certainement beaucoup à désirer, surtout si de nombreux débris de végétaux sont disséminés dans les couches sableuses. L'expérience nous a appris qu'il en est ainsi dans les couches de sédimentation analogue qui se trouvent dans la partie septentrionale de la Campine belge.

A la suite de nombreuses observations faites par M. Pennink, il est facile à présent d'établir d'une manière très approximative la profondeur qu'atteint en sous-sol la base de l'eau douce. Cette profondeur est égale à quarante-cinq fois la différence entre les niveaux piézométriques des nappes douce et salée.

Le chapitre V et dernier du mémoire de M. Pennink est consacré à l'avenir de la « prise d'eau ». L'insuffisance de celle-ci, dans les circonstances actuelles, est notoire. Elle ne peut fournir la quantité d'eau *dunale* nécessaire à la ville d'Amsterdam. Le manque de *bassin compensateur* se fait sentir au plus haut point.

La distribution d'eau de la ville de Bruxelles, bien plus heureusement dotée, dispose, en amont de sa « prise d'eau », d'un immense bassin compensateur : la puissante formation de sables de l'Éocène moyen, dont l'assise inférieure, formée par le Bruxellien si perméable, repose sur l'argile ypresienne, inclinée de 6 à 7 mètres par kilomètre vers le Nord.

(1) Région exceptionnellement basse, en contre-bas du niveau de la mer.

Il en résulte que la quantité d'eau enlevée par le drainage est remplacée au fur et à mesure par l'afflux des eaux souterraines de la région supérieure.

On pourrait donc remplacer ce bassin compensateur, qui en amont fait défaut à Amsterdam, par celui qui existe en sous-sol, sous l'argile poldérienne. Il y a là, il est vrai, sous la « prise d'eau », 300 000 000 de mètres cubes d'eau douce.

Un épuisement énergique de cette eau aurait certainement deux inconvénients, que M. Pennink ne se dissimule pas : la déperdition de l'eau dunale serait activée, l'équilibre des pressions serait troublé et la substitution de l'eau douce par l'eau salée se ferait plus rapidement, de manière que cette ressource ne serait que temporaire.

L'auteur examine ensuite le projet d'augmentation du débit de l'eau dunale par les *irrigations*, en y amenant une quantité d'eau considérable. Ce remède est certainement le seul qui puisse parer au mal d'une manière durable et efficace; aussi le propose-t-il parmi les améliorations à faire pour parer aux difficultés actuelles.

Ce mode n'est, au résumé, qu'un filtrage *déguisé* pour donner satisfaction aux habitants d'Amsterdam, qui ne veulent ouïr parler d'une prise d'eau au Rhin et qui leur serait ainsi servie sous une autre étiquette et plus ou moins étendue d'eau dunale.

Sans cette malheureuse prévention, il serait facile de filtrer cet apport directement, sauf à le mélanger ensuite à l'eau dunale. Cette eau d'irrigation devra être élevée et il s'en perdra une partie considérable, car toute *surcharge* dans les dunes augmentera incontestablement les *fuites*. On n'en recouvrera peut-être que 50 %, et la moitié des frais d'élévation serait perdue.

Rendons un juste hommage au travail si consciencieux et si bien étudié de M. Pennink. Il nous a révélé bien des faits nouveaux, très intéressants, au sujet de la théorie de M. Herzberg. Au point de vue pratique, tirons-en quelques conclusions au sujet du littoral belge. La plupart des praticiens n'admettent pas le *drainage dunal* comme mode d'alimentation pour nos stations balnéaires, sauf peut-être pour les petites. Leur opinion négative se base surtout sur le manque de *bassin compensateur*, régularisant le débit pendant les années sèches. Ce mode d'alimentation est revenu dernièrement *sur l'eau* et l'on a indiqué comme bassin compensateur l'immense afflux des eaux de l'intérieur; on sait combien celles-ci sont mauvaises (1).

(1) *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XVII, 1903. MÉM., pp. 297 à 315.

Il faudra chercher ailleurs et au loin la solution de cette question. Si l'on ne craint pas la distance, pourquoi les eaux du Bruxellien, qui se perdent inutilement dans la profondeur, ne seraient-elles pas captées en aval de Bruxelles, comme nous l'avons proposé jadis, avec nos amis MM. Kemna et E. Van den Broeck, pour la ville de Malines? Les sables blancs de Moll doivent renfermer aussi une bonne eau potable; ce mode, proposé par M. Putzeys, a recours aux anciennes dunes diésiennes, mais le point d'origine est encore plus éloigné de la côte. Plus au Nord, dans la zone septentrionale de la Campine, si l'on n'atteint pas les couches tertiaires, la qualité des eaux laisse beaucoup à désirer. Reste à rechercher la solution la plus pratique. O. v. ERTB.

F. RINNE. — **Le microscope polarisant** (*Guide pratique pour les études élémentaires de cristallographie et d'optique*), traduit et adapté aux notations françaises par L. PERVINQUIÈRE. De Rudeval, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Depuis longtemps, les revues spéciales signalaient une lacune regrettable dans la littérature scientifique française relative à la lithologie. Jusqu'à ce jour, il n'existait, en effet, aucun manuel français expliquant clairement et simplement le mode d'emploi du microscope polarisant pour l'étude des roches.

M. Pervinquière a voulu combler cette lacune en présentant au public la traduction d'un guide pratique de l'espèce, publié par un auteur allemand, M. F. Rinne.

Celui-ci a su réunir sous un volume restreint les connaissances assez vastes que suppose le maniement du microscope polarisant.

Il commence par donner des notions très suffisantes de cristallographie; et le traducteur a eu l'heureuse idée d'exposer, à côté des notations de Weiss et de Naumann, celles non moins employées de Miller et de Lévy, permettant ainsi aux débutants de se familiariser rapidement avec les notations diverses qu'on rencontre dans la lecture des ouvrages spéciaux de tous pays.

L'auteur passe ensuite à la description et à l'utilisation du microscope cristallographique pour la mesure des angles des formes cristallines. Puis, avant d'aborder l'examen du microscope polarisant, il étudie en détail les phénomènes lumineux auxquels donnent lieu les

minéraux mono- et biréfringents qui entrent dans la constitution des roches.

Nous ferons, en passant, une remarque au sujet de la méthode d'exposition adoptée par l'auteur pour initier le lecteur à ce chapitre de physique optique. Après avoir dit ce que sont les réfractions simples et doubles, M. Rinne indique, comme distinction entre ces deux réfractions, le phénomène d'interférence propre à deux rayons lumineux suivant le même chemin et *vibrant dans le même plan*. C'est seulement ensuite que l'auteur indique ce qu'on entend par lumière naturelle et par lumière polarisée dans un plan. Il eût été, à notre avis, plus logique d'en parler avant d'entamer l'étude du phénomène d'interférence.

Remarque de détail, comme on le voit; par contre, nous ne pouvons qu'applaudir à l'ingénieuse idée de M. Rinne qui consiste à assimiler un nicol à un grillage lumineux laissant passer les vibrations lumineuses parallèles aux barres du grillage. Cette manière de voir parle nettement à l'esprit, sans exiger la connaissance mathématique du phénomène spécial au nicol.

Ces préliminaires une fois établis, l'ouvrage aborde l'examen des plaques minces des roches en lumière parallèle et décrit le microscope polarisant utilisé dans ce but. — Description trop sommaire à notre avis; l'auteur aurait certainement pu s'appesantir avec avantage sur le maniement des divers éléments de l'instrument, indiquer comment on vérifie s'il est bon, et faire les remarques pratiques nombreuses destinées à éviter aux commençants les déboires innombrables qui les attendent dans la mise en œuvre d'un appareil aussi délicat. Nous signalerons dans cet ordre d'idées le vade-mecum du Dr Weinschenk : *Einleitung zum Gebrauche des Polarisationsmikroskops*.

M. Rinne étudie ensuite les phénomènes lumineux propres aux corps isotropes et anisotropes en lumière parallèle pour passer à ceux qu'ils montrent en lumière convergente. Enfin, l'auteur termine en indiquant une série d'exercices pratiques bien gradués, destinés à familiariser progressivement les débutants avec le maniement du microscope polarisant.

Nous ferons au petit ouvrage qui vient de voir le jour un reproche qui peut s'adresser à la plupart de ses semblables. Il nous semble qu'après avoir *analysé* les phénomènes, il serait très utile de *synthétiser*, en établissant une méthode logique à suivre pour déterminer un minéral dans une plaque mince, sans s'exposer à perdre du temps à des tâtonnements. Nous nous expliquerons en montrant rapidement comment on pourrait réaliser ce desideratum.

Ainsi, supposons que l'observation en lumière parallèle avec un nicol (polariseur) ait montré dans une préparation mince la présence de plusieurs sections qu'on peut rapporter à un même minéral par leur aspect et leur relief. La logique conduit à utiliser immédiatement le nicol analyseur. Admettons (cas simple) qu'entre nicols croisés, les sections du minéral s'éteignent toutes et restent éteintes pour une rotation complète de la platine du microscope (ou des nicols). On peut conclure qu'on a affaire à un minéral monoréfringent, ou à un minéral biréfringent uniaxe présentant dans la plaque toutes sections perpendiculaires à l'axe optique, ou à un minéral biréfringent biaxe présentant dans la plaque toutes sections perpendiculaires à un axe optique (cas où la plaque est très mince et où la biréfringence du minéral est faible). Afin d'écarter deux des hypothèses, on observera immédiatement en lumière convergente. Supposons que cet examen montre qu'on a affaire à un minéral monoréfringent. On procédera alors à la recherche de l'indice de réfraction du minéral, soit par la méthode du duc de Chaulnes, soit par celle de Becke. Consultante ensuite une liste de minéraux comme celle des *Hülftabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung in Gesteinen* de Rosenbusch, ou comme celle annexée à l'ouvrage *Les minéraux des roches* de Michel Lévy et Lacroix, on circonscrira le choix du minéral cherché entre deux minéraux de la liste, que, par exemple, on différenciera finalement en faisant intervenir la microchimie.

On pourrait donner une règle semblable pour la plupart des autres cas qui se présenteront.

Toutes ces remarques n'enlèvent rien à la valeur de l'ouvrage de M. Rinne, que M. Pervinquièrre a traduit avec une conscience et un talent tout particuliers. Ce livre, qui n'était destiné qu'à des *chimistes*, constituera un vade-mecum indispensable à *tous* ceux qui s'occupent de l'emploi du microscope polarisant. Il a l'avantage de ne pas exiger les connaissances mathématiques que réclament la plupart des ouvrages savants qui traitent implicitement de la question, et il explique d'une façon très claire et très simple les phénomènes optiques si compliqués qu'on observe dans l'étude des roches.

E. MATH.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Trépan et Raky.

On lit dans l'*Écho des Mines et de la Métallurgie* du 30 mai 1904 un intéressant article de M. FRANCIS LAUR sur la valeur comparative des procédés Raky et par le trépan pour les sondages.

L'expérience a porté sur deux sondages entrepris, dans des terrains identiques, par l'ancienne Société de La Seille : l'un à Lesmenils, conduit par la firme allemande Raky, l'autre, à Éply, par MM. Planchin frères et Cie, ingénieurs-sondeurs à Vichy.

Il en résulte que pour les terrains mous et argileux, le procédé Raky est supérieur au trépan; les avantages sont les mêmes dans les terrains moyennement durs et, dans ceux normalement durs, le trépan est bien supérieur. Mais pour les terrains extra-durs, les deux procédés sont inférieurs au diamant.

Ainsi, à Lesmenils, le sondage Raky, bien qu'ayant marché vertigineusement dans les argiles du Keuper, est immobilisé aux environs de 560 mètres, alors qu'à Éply le trépan est à 680 mètres à peu près.

Cette expérience permet de tirer *grosso modo*, en attendant qu'un ingénieur hardi sache employer résolument et concurremment les trois méthodes dans un même sondage, la conclusion suivante :

Méthode Raky pour commencer dans les terrains tendres et mi-tendres, afin de prendre l'avance sur les concurrents ;

Méthode du trépan pour continuer dans les profondeurs moyennes et dans les terrains durs ;

Méthode du diamant pour les grandes profondeurs.

ALBERT BRUN. — La dernière éruption du Vésuve.

M. Albert Brun, qui a été témoin des premières phases de l'éruption du Vésuve (20 au 27 septembre), a bien voulu nous adresser l'intéressant article qu'on va lire :

Quelques jours avant le 20 septembre, le Vésuve présentait de légers signes d'agitation. Le souffle habituel qui s'échappe du cratère était plus puissant, plus bruyant, plus chaud ; de petits grondements se faisaient entendre de temps en temps. Le 20 au matin, les touristes pouvaient encore s'approcher jusque de petites fumerolles, à 80 mètres environ du cratère ; là quelques pierres arrivaient de temps à autre, lancées par le souffle du volcan.

Brusquement, vers 4 heures du soir, les explosions se firent beaucoup plus fortes et les projections de pierres plus lointaines, la colonne de fumée plus large ; le bruit se faisait aussi moins intermittent, par longues phases, même continu. Il y avait donc toutes les apparences d'une prochaine convulsion.

Le 21 septembre, il fit mauvais temps et les nuages qui couvraient le Vésuve gênaient beaucoup les observations. Les pierres projetées n'étaient plus pour le moment que des lapilli peu chauds, entremêlés de rares fragments incandescents. Ce n'était que le déblaiement des résidus anciens obstruant le cratère.

Le soir, la violence des explosions augmenta, et le cratère était surmonté d'une colonne de lueurs rouges, qui pouvait avoir 70 mètres de hauteur. Le bulletin de l'Observatoire dirigé par M. le professeur Matteucci annonçait une grande agitation de l'appareil sismographique et de l'aiguille aimantée, agitation qui augmenta les jours suivants.

Le 22 septembre fut un jour de paroxysme. A midi, je me trouvais près du cratère, avec quelques touristes. Le sommet de la montagne était magnifique à voir. D'énormes volutes de fumée blanche mélangée d'une multitude de pierres, les unes noires, les autres chauffées au rouge, étaient lancées à 200, 300 mètres dans l'espace; puis les pierres retombaient en pluie dans le voisinage du cratère, pendant que d'autres, mieux lancées, passaient au delà de nous et atteignaient le mur de la station du funiculaire, prélude du bombardement qui devait la détruire.

Le bruit était déconcertant, continu, formidable, sans une seconde de répit. On distinguait très bien le coup de canon des explosions, clair et vibrant si elles avaient lieu à la surface, sourd si elles éclataient plus profondément. Je retrouvais là les mêmes sons éclatants que j'avais observés au Stromboli, quelques années auparavant. Puis, dans l'intervalle des détonations, la rafale, le souffle terrible de la détente continue des gaz. Ces rafales avaient quelque analogie de tonalité avec celles entendues, les jours d'orage, dans les crêtes déchirées de nos Alpes, vers 4 000 mètres d'altitude, mais incomparablement plus sonores et plus puissantes.

Peu après une heure de l'après-midi, je quittai les abords du cratère pour descendre dans le val d'Inferno, en contournant les pentes Sud du Vésuve (cône principal). Un guide m'accompagnait. Le val d'Inferno, largement ouvert entre la Somma et le grand cône volcanique actuel, est le siège, depuis quatorze mois environ, de petites coulées de lave. La région est très chaude, et par places émergent quelques ruisselets de lave rouge; je l'avais parcourue le 20 septembre sans rien remarquer d'anormal. Il n'en fut pas de même le 23.

Durant la marche, nous observions surtout le grand cratère, afin d'éviter les gros blocs roulants; car, par suite de la conformation du cône, les paquets rejetés retombaient plus bas sur le versant Sud-Est que sur les autres. Mais notre attention fut bientôt attirée par une forte fumée qui sortait du val d'Inferno, et malgré le tapage qui régnait, nous percevions un second système de détonations semblant aussi provenir du même point. Évidemment il se passait quelque chose là-bas, et je forçai la marche. A ma grande joie, je ne tardai pas à découvrir trois petits cratères, fumants et tonnants, en voie de néo-formation. Personne ne se doutait de leur existence. Ils étaient alignés sur une seule droite, s'appuyant à l'Ouest contre le Vésuve, à l'Est contre la Somma.

Le numéro 1, à l'Ouest, était le plus gros. Il tonnait, fumait, lançait des paquets de lave incandescente, et rapidement il édifiait son cône par les masses accumulées et rejetées par lui. Son voisin, le numéro 2, n'était encore qu'une haute boursouffure de lave fissurée, d'où s'échappaient seulement de la fumée et des gaz, avec un bruit strident et sifflant qui s'entendait malgré le vacarme assourdissant des deux autres cratères. Le dernier, de quelques mètres de hauteur, donnait avec quelques projections naissance à une coulée de lave, d'un rouge éclatant.

Cette ligne de trois cratères pouvait avoir 200 mètres de développement. Elle émergeait de la partie la plus haute de la coulée de 1903. Toute la région du val d'Inferno

présentait un aspect bien différent de ce qu'il était le 20 septembre. Le grand champ de laves de 1903, allant de la base du cône du Vésuve jusqu'à la Somma, était dans un grand état d'effervescence. Des nuages de fumées (fumées dues à la distillation des alcalis de la roche portée à l'incandescence) se montraient un peu partout et obscurcissaient l'air. Une petite cheminée adventive, au beau milieu du val, haute à peine de 2 mètres, en fournissait des masses énormes.

L'on pouvait fort bien observer que tout le champ de laves venait de recevoir un nouvel afflux des régions infraterrestres; la croûte refroidie se fendait à nouveau, se crevassait et laissait, par de multiples fentes, échapper des coulées de dimensions variées.

Il était impossible de franchir cette zone tourmentée. Nous cherchâmes notre voie le long d'une bande étroite, sise entre le grand cratère et les petits, et qui semblait ne pas être battue par nos formidables voisins. Nous avançâmes sur la lave chaude.

Cela est très souvent possible, surtout si le courant est lent. Le refroidissement de la surface donne des blocs solides, très chauds, il est vrai, mais permettant le passage. Entre les blocs, au fond des fentes, n'ayant que 70 centimètres à 1 mètre de profondeur, la lave rouge scintille, la fumée sort et la chaleur monte.

Je fis tous mes efforts pour m'approcher de la coulée s'échappant du troisième cratère (Est). Celle-ci coulait très vite; sa température devait être voisine de 1 100 degrés. Elle arrachait de gros blocs, les roulait, les portait à l'incandescence et les englobait. Elle s'avancait vers le Nord-Ouest, contre la base du Vésuve même. La bouche d'où elle sortait n'avait que quelques mètres de largeur, mais le torrent avait déjà près de 250 mètres de longueur, il gagnait du terrain rapidement et s'élargissait toujours plus.

Bientôt le grand Vésuve augmenta de violence; afin de ne pas être pris entre la lave qui avançait et les avalanches furieuses du grand cratère, je dus m'éloigner, hélas! bien à regret, de ce spectacle fantastique, et profiter encore de l'abri que pouvait donner un petit renflement contre nos deux ennemis.

Le Vésuve présentait à ce moment deux cheminées, l'une lançant des fumées blanches. L'autre de la cendre noire, et toutes deux des pierres et des blocs de lave pâteuse, rouges et fumants. Bientôt ces deux cheminées n'en firent qu'une; le cratère, déformé, s'abaissait un peu, démoli par la poussée des gaz. La pluie de cendres à 5 heures du soir commença à s'établir. Ces cinérites dues, ici, à la pulvérisation, par l'explosion de la lave fondue, retombaient en pluie continue; les gros grains, de la grosseur d'une lentille, allaient jusque sur la Somma, les plus fins étaient charriés au loin par le vent.

Les 23 et 24 septembre, les phénomènes restèrent stationnaires, et je ne sais ce qui se passa dans le val d'Inferno. Le 25, je voulus revoir mes trois petits cratères et je m'acheminai, cette fois complètement seul, afin de leur rendre visite. Étant seul, j'étais assuré que personne ne me tiendrait par le bras, en criant, pour m'empêcher d'avancer, ainsi que le faisait le guide de Resina, les jours précédents. Je vis d'emblée que le grand paroxysme du 22 était passé. La région semblait calme. Les petits cratères ne tonnaient plus. Je m'empressai de profiter de cette accalmie pour les graver; je pus les mesurer et les photographier.

Le cratère le plus grand avait 33 pas de circonférence, la hauteur de son cône était d'environ 45 mètres suivant le côté considéré. La lave ne coulait plus. Des bouches s'exhalaient encore quelques fumées, mais des craquements indiquaient que si la surface était figée, la masse intérieure se mouvait.

La pluie de cendres du Vésuve était continue, elle faisait sur le rocher le bruit d'une forte averse tombant sur une forêt. Au grand cratère, les détonations étaient

plus violentes, mais coupées de quelques instants de silence. C'était toujours le même type d'explosion suivi immédiatement par la rafale. Les blocs projetés étaient plus gros, plus fumants, plus chauds que les jours précédents, et l'avalanche qui roulait jusqu'au pied du cône toujours plus grandiose. Ce n'étaient plus les blocs des roches anciennes qui étaient rejetés, mais bien la lave amenée des profondeurs terrestres.

Le soir, de Resina, les hautes projections rouges, le cône recouvert dans sa partie supérieure d'un tapis incandescent, le tonnerre lointain, qui parfois faisait trembler les vitres, constituait un spectacle dont nul ne se lassait.

Le 27, le Vésuve continua le même rythme. Le 28, il sembla se calmer, les explosions profondes ayant une tendance à diminuer.

Encore combien de temps durera cet état paroxysmal du volcan? Nul ne peut le dire, toute prédiction, en matière volcanique, étant aventureuse.

Et maintenant, vos lecteurs désireront peut-être avoir quelques éclaircissements sur les causes du phénomène volcanique. Leur répondre dépasserait beaucoup le cadre de cet article. Je me contenterai de dire qu'il faut chercher l'origine de la chaleur dans ce qu'on appelle le « feu central ». Quant à l'explosion, elle est due à la détente de gaz inertes, chauds, et à l'inflammation de grandes masses d'hydrogène, ce dernier pouvant être engendré au sein de la roche même. La température des laves qui coulent peut atteindre à l'extérieur 1 400 à 1 200 degrés, suivant la nature de la roche. Du reste, j'ajouterai qu'à Genève même, il se poursuit depuis plusieurs années une suite d'expériences qui serrent la question du volcanisme de très près, et que le jour n'est pas éloigné où l'on pourra donner de ces grandioses phénomènes une théorie rationnelle, basée sur l'expérience.

(Extrait du *Journal de Genève* du 10 octobre 1904.)

SEANCE MENSUELLE DU 15 NOVEMBRE 1904.

Présidence de M. A. Rutot, délégué du Conseil.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Correspondance :

MM. X. Stainier, Président, O. Van Ertborn, Vice-Président, et E. Van den Broeck, Secrétaire général, indisposés, font excuser leur absence.

M. H. Buttgenbach annonce qu'il va prendre, à Bruxelles, la direction du Service des Mines de l'État Indépendant du Congo. (*Félicitations.*)

M. Deladrier demande l'inscription à l'ordre du jour de la séance d'une brève communication sur *Un projet de détournement de la Lesse*.

Adoption des procès-verbaux des séances antérieures.

M. le *Président* dépose sur le bureau le fascicule 3 du tome XVIII du *Bulletin*, 1904, contenant les procès-verbaux des séances de juillet et d'octobre. (*Adoptés.*)

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

4498. Burns, D., *The anthracitization of coal*. Newcastle-upon-Tyne, 1904.
Extrait in-8° de 16 pages.

4499. Delépine, G., et Labeau A., *Le littoral français de la mer du Nord*. Paris, 1904. Extrait in-8° de 14 pages et 9 figures.

4500. Dollfus, G.-F., Berkeley Cotter, J.-C., et Gomes, J.-P., *Mollusques tertiaires du Portugal. Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécy-podes laissées par F.-A. Pereira Da Costa, accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique*. Lisbonne, 1903-1904. Extrait in-4° de 46 pages et 12 planches.
4501. Lambert, G., *Découverte d'un puissant gisement de minerais de fer dans le grand bassin houiller du Nord de la Belgique. Suite à nos publications de 1876 et 1902 concernant ce bassin*. Bruxelles, 1904. Brochure in-8° de 24 pages.
4502. Poskin, *Étude physico-chimique des nouveaux éléments gazeux Argon et Helium dans les eaux minérales*. Paris, 1904. Extrait in-8° de 19 pages.

2° Périodiques nouveaux :

4503. PAVIA. *Rivista di Fisica, Matematica e Scienze naturali*. V. 1904, num. 49 à 58.
4504. MADRID. *Boletín de la Real Sociedad geográfica*. T. XLVI, 1° et 2° trimes.
4505. NORWICH. *Transactions of the Norfolk and Norwich Naturalist Society*. VII, 1899-1900, part I-VII, 1903-1904, part 5.

Présentation et élection d'un nouveau membre effectif.

Est présenté et élu par le vote unanime de l'Assemblée :

M. GRÉGOIRE, ACHILLE, ingénieur agricole, chef de service à l'Institut chimique et bactériologique de l'État, à Gembloux.

Communications :

La parole est donnée à M. WILHELM PRINZ pour son étude intitulée : **La déformation des matériaux de certains phyllades ardennais n'est pas attribuable au « flux » des solides.**

Avant d'exposer l'objet de sa communication, M. W. Prinz croit devoir accomplir le pénible devoir d'annoncer à l'Assemblée la mort de M. Stübel, ce savant si estimé, qui consacra sa vie et sa fortune à la science.

En cette circonstance, il émet l'espoir que la Société pourra publier prochainement la traduction du dernier mémoire du défunt et payer ainsi à celui-ci un juste tribut de reconnaissance.

M. le *Président* se fait l'interprète de l'Assemblée pour s'associer aux paroles prononcées par M. *Prinz* et désirer que la traduction du dernier mémoire de M. *Stübel* puisse encore être comprise dans nos publications de l'exercice de 1904.

M. *Prinz*, à l'aide de figures au tableau noir, expose ensuite l'objet de sa communication, qui figurera aux *Mémoires*.

M. A. *Rutot* succède à M. *Prinz* dans l'ordre des travaux annoncés et donne connaissance successivement des études ci-après :

A. RUTOT. — Nouvelles trouvailles dans le Montien supérieur.

Des deux exploitations d'argile plastique ouvertes au Trieu de Leval, l'une est abandonnée, tandis que l'autre, la plus intéressante, a été agrandie et va l'être encore.

Cette exploitation continue à fournir un grand nombre d'empreintes de végétaux fossiles, surtout des feuilles ; mais les troncs d'arbres deviennent abondants, surtout vers 6 mètres sous le sommet du Montien.

Fin septembre 1904, j'ai notamment pu observer, en place, un grand tronc de 3 mètres de longueur sur 0^m30 de diamètre, malheureusement très pyriteux et présentant à l'intérieur des poches volumineuses de résine *in situ*.

M. Pierre Marty, paléobotaniste, qui a déjà publié de beaux travaux sur la flore du Tertiaire français, a bien voulu accepter de faire l'étude des empreintes fossiles du Montien. Il y a reconnu une dizaine d'espèces qui ne ressemblent en rien à la flore fossile du Heersien de Gelinden et appartenant à une flore de climat tempéré.

La résine fossile est toujours abondante et j'y ai trouvé jusqu'ici neuf insectes.

Outre les végétaux et la résine, nous avons rencontré récemment :

Une belle tortue d'eau douce (*Trionyx*) presque complète, déjà actuellement remontée, qui sera étudiée par M. L. Dollo ;

Plusieurs ossements des membres d'un mammifère de taille moyenne ;

Un grand *Unio* bivalve et plusieurs autres coquilles d'eau douce.

Ces matériaux, venant s'ajouter aux vertèbres de reptiles que nous possédons déjà, commencent à former un petit ensemble intéressant, que nous espérons voir s'accroître encore dans la suite.

A. RUTOT. — Le facies sparnacien du Landenien supérieur aux sablières de la Courte, à Leval-Trahegnies.

On se rappellera que, dans le Compte rendu de l'excursion entreprise en 1902, dans le Hainaut, en vue de la comparaison des couches éocènes du Sud de la Belgique avec leurs équivalents du Nord de la France, j'ai déjà eu l'occasion, dans une annexe, de signaler la rencontre du facies sparnacien : sables et argiles à lignites du Landenien supérieur, comme prolongement latéral sur la rive des dépôts d'un bras fluvial de cet âge.

Lors de notre visite, en 1902, les sablières de la Courte ne montraient que le sable fluvial grossier, obliquement stratifié de plein courant, mais, en 1903, des excavations perpendiculaires à la direction du grand front de coupe et se dirigeant vers la rive ont montré l'apparition, vers le sommet de la coupe, de biseaux argileux et ligniteux qui augmentaient d'épaisseur à mesure qu'on se dirigeait vers le bord et dont la présence contrariait beaucoup le propriétaire de l'exploitation, habitué jusqu'ici à trouver du sable blanc, pur, sur environ 15 mètres de hauteur.

En septembre 1904, j'ai trouvé la situation bien changée.

L'argile plastique du biseau ayant été reconnue excellente pour la fabrication du ciment, les excavations vers le bord ont été agrandies et même une nouvelle exploitation a été créée dans la direction favorable.

Ces nouveaux travaux nous montrent maintenant un développement de plus de 6 mètres d'argile plastique pure, avec lits ligniteux, entrecoupés de lentilles sableuses, qui représentent les lignites du Soissonnais ou Sparnacien des géologues français, d'une manière aussi remarquable que les plus belles cendrières observées par nous dans le Nord de la France, lors de l'excursion de 1901, conduite par M. le Professeur Gosselet.

A Leval-Trahegnies, nous voyons même mieux, car le système de coupes, perpendiculaires entre elles, nous permet de voir aussi nettement que possible la naissance du biseau argileux et son rapide accroissement vers les bords, aux dépens de la masse sableuse.

Ici, il n'y a plus de discussion possible : les deux facies si différents, l'un purement fluvial et sableux, l'autre argileux et ligniteux de marécage, sont admirablement visibles à quelques mètres d'intervalle, en même temps que la transition qui les relie.

Ainsi se vérifie absolument ce que j'avais déjà annoncé, à savoir que l'étage sparnacien des géologues français ne constitue pas même une assise; il n'est qu'un simple facies lagunaire latéral des sables fluviaux, qui, eux-mêmes, sont l'équivalent^r synchrone des sables marins d'émersion du Landenien inférieur, déposés le long du littoral pendant le retrait de la mer landenienne.

Dans la coupe longitudinale montrant la masse épaisse du sable fluvial, on remarque, à différents niveaux, vers le bas, des lits peu étendus de gros rognons de silex gris, provenant de la masse de la craie blanche dans laquelle le lit du fleuve landenien s'est creusé.

Vers le haut, ces mêmes sables sont criblés de points noirs de lignite et même de fragments à texture xyloïde.

On se rappellera que l'argile ligniteuse a déjà fourni beaucoup de rognons de résine fossile, dans lesquels j'ai rencontré jusqu'à six insectes.

Des lits de lignite pure fournissent actuellement de grands fragments de troncs d'arbres, dans lesquels je n'ai pas encore rencontré de résine en place, comme dans le Montien. Certaines strates présentent de vagues empreintes de feuilles, sans doute trop longtemps macérées et qui se sont décomposées.

Aucun reste de vertébré ni de mollusque n'a été rencontré jusqu'à présent, mais en présence de l'extension des exploitations, d'intéressantes découvertes peuvent être espérées dans un avenir plus ou moins prochain.

A. RUTOT. — Nouvelles découvertes paléontologiques dans les carrières du Hainaut, à Soignies.

Depuis plus d'un an, les travaux de terrassement effectués aux Carrières du Hainaut, à Soignies, n'avaient plus rien montré d'intéressant.

Récemment, par suite des nécessités de l'extraction du Calcaire carbonifère, les terrassements ont repris une nouvelle vigueur, tout en s'étendant largement.

Il en est résulté de belles coupes montrant la réapparition, plus généralisée que jadis, du Campinien, entre le Moséen et le Hesbayen.

Précédemment, le Campinien était apparu sous forme d'un fond de ravinement comblé par de la tourbe pure et de la glaise grise, tourbe qui avait fourni, ainsi qu'on se le rappellera, de nombreux insectes.

Aujourd'hui, le Campinien commence à se montrer d'une manière

continue à une extrémité de la coupe et il est encore composé de tourbe, de glaise et de sable plus ou moins tourbeux, pétri cette fois de milliers de coquilles.

Dans la tourbe, les insectes sont encore très nombreux et permettent des études nouvelles.

Il conviendra aussi de dresser la liste des mollusques.

Il apparaît maintenant, très nettement, que le Campinien est encadré entre deux cailloutis, et tout porte à croire que des dépôts ont été d'abord sensiblement plus épais que nous ne les voyons.

Vers la fin de l'assise, des eaux à cours rapide sont venues raviner les tourbes, les glaises et les sables et ont déposé sur les lambeaux restants le cailloutis supérieur, qui se confond avec le cailloutis inférieur lorsque la totalité du Campinien a été enlevée.

Alors que le cailloutis, base du Moséen, est formé presque exclusivement de phtanite carbonifère peu roulé, les cailloutis à la base et au sommet du Campinien sont constitués de galets de silex roulés de l'ancien littoral diestien.

On a pu extraire de la base du Moséen un énorme fragment de tronc d'arbre indiquant un diamètre d'environ 2 mètres et paraissant appartenir à un chêne. Malheureusement, l'échantillon était fort imprégné de pyrite et sa conservation est fort précaire.

D'autre part, quelques silex taillés ont encore été rencontrés dans le cailloutis sommet du Campinien, ainsi que des ossements d'animaux de la faune du Mammouth.

Au-dessus de ce niveau s'étend le limon hesbayen, si intéressant en cet endroit et épais de 5 à 6 mètres.

Il montre, comme précédemment, vers le bas, une masse argileuse gris-bleu foncé, passant au brun en montant et entrecoupée, à diverses hauteurs, de lits de sable bruxellien qui ont foiré des hauteurs environnantes pendant la grande crue hesbayenne et se sont intercalés ainsi dans la masse du limon hesbayen qui se déposait. Tout s'est passé si tranquillement que le sable qui a coulé le long des pentes submergées ne s'est pas mélangé au limon.

J'exprime ici tous mes plus vifs remerciements à M. Marin, directeur des carrières, et à ses fils, qui veulent bien me donner toutes les facilités désirables pour l'étude et l'exploration de la si importante et intéressante exploitation qu'ils dirigent.

M. *Simoens* ne disposant pas actuellement des coupes qui doivent accompagner son étude annoncée sur le faillage de la vallée de la

Senne, cette communication est, à sa demande, remise à une prochaine séance.

M. Deladrier est ensuite appelé à faire connaître son *Projet de détournement de la Lesse* qu'il expose comme suit :

E. DELADRIER. — Un projet de détournement de la Lesse dans la région de Han.

M. E. Deladrier fait remarquer combien il est regrettable qu'on s'occupe si peu des recherches souterraines en Belgique, où pourtant chaque coin des bords de la Lesse et de la Lomme, par exemple, offre un champ d'expériences merveilleux.

Et à ce propos, dit-il, ne pourrait-on pas faire une tentative intéressante du côté de la grotte de Han. Il s'agirait de détourner momentanément le cours de la Lesse, en amont du trou de Belvaux, par un barrage solide qui permettrait à la rivière de couler dans son ancien lit en trajet à ciel ouvert.

La grotte, l'entrée et les conduits cachés, une fois privés d'eaux courantes et stagnantes, donneraient la solution d'un des problèmes les plus captivants du cours des eaux souterraines, montreraient peut-être les chemins reliant éventuellement le pays des cavernes, feraient voir enfin des nouvelles salles et couloirs intéressants.

Martel, dans son beau livre *Les Abîmes*, disait qu'il serait curieux de barrer les trous d'Enfaule, du Salpêtre et de Belvaux, pour tâcher de pénétrer dans les canaux encore inconnus et alors désamorçés, où s'écoule la Lesse souterraine.

La chose n'est pas impossible : le propriétaire de la grotte, M. le baron de Spandl, paraît tout disposé à voir avec plaisir commencer ces recherches.

D'autre part, on pourrait peut-être compter sur l'appui pécuniaire du Gouvernement et de particuliers, amis de tentatives hardies.

En tous cas, l'accès de salles fermées depuis toujours et le spectacle des eaux tumultueuses de la Lesse astreintes à rouler, vaincues, dans la plaine, seraient éminemment impressionnants et feraient accourir, de toutes parts, les savants et les chercheurs intrigués et intéressés, et les amoureux de la nature à l'affût d'impressions nouvelles.

M. Deladrier insiste encore sur ce point : que ce n'est qu'un avant-projet, et qu'il devrait être évidemment étudié à fond aux points de vue technique, topographique et spéléologique.

Il résulte d'un échange de vues entre divers membres que la réalisation de ce projet serait très onéreuse et qu'avant d'engager la Société dans cette étude, il y aurait lieu de faire un examen complet et précis notamment de la question du niveau de la Lesse, à l'entrée et à la sortie de la grotte de Han, en ne perdant pas de vue l'engouffrement de cette rivière qui a lieu à l'endroit dit aux « Rapides » et en tenant compte des crues, des nécessités relatives au jeu de certaines vannes de Moulin dans la partie d'amont de la rivière, etc.

En l'absence de M. le baron O. van Ertborn, indisposé, M. Rutot donne lecture de la préface relative à la traduction que M. van Ertborn a faite pour notre *Bulletin*, du travail de M. le professeur E. Dubois, intitulé : *Un équivalent du Forest Bed de Cromer dans les Pays-Bas*. Ensuite M. Rutot commente brièvement l'étude de M. Dubois et se propose de revenir sur la question.

Bien que la place normale, dans nos publications, de l'exposé traduit par M. van Ertborn, soit le recueil de nos : *Traductions et Reproductions*, il paraît préférable, vu l'intérêt de cet exposé pour la géologie belge et vu la discussion contradictoire qu'il paraît devoir soulever, de maintenir, à titre exceptionnel, dans les *Procès-Verbaux* et ladite Notice de M. Dubois et la Note introductrice dont M. le baron van Ertborn a fait précéder sa traduction.

Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas, par le professeur EUG. DUBOIS.

Traduction avec une note additionnelle par M. O. VAN ERTBORN (1).

I.

LES ARGILES DE LA CAMPINE BELGE SONT AUSSI LES ÉQUIVALENTS DU FOREST-BED DE CROMER ET FONT PARTIE DU MÊME DÉPÔT QUE CELUI DE TEGELEN.
(*Note additionnelle accompagnée d'une planche [voir pl. B des Pr.-V.]*)

C'est avec une vive émotion que nous avons pris connaissance de l'intéressant mémoire de M. le professeur Eug. Dubois; il nous apportait la solution d'un problème que nous poursuivions depuis trente-quatre ans.

En effet, en 1870, nous exécutâmes à Roosendaal (Pays-Bas) un forage qui rencontra 7 mètres de dépôts modernes, 3 mètres de

(1) Traduit d'après la version anglaise d'une communication faite à la séance du 24 septembre 1904 de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam.

Flandrien et 75 mètres d'alternances de sable argileux, d'argile sableuse et d'argile plastique, suivant la rapidité du courant qui avait amené ces sédiments, et nous n'en vîmes pas la fin (1).

La coupe de ce sondage fut publiée en 1882 dans la notice, publiée avec M. P. Cogels : *De l'âge des couches quaternaires de la Campine* (2). Elle a été reproduite dans les *Bulletins* de la Société et le Dr Lorié la cite encore dans son dernier mémoire. Nous donnons dans la même notice la coupe des terrains dans plusieurs briqueteries où cette argile est exploitée en Campine; elle l'est depuis bien longtemps à Capellen (3), à 12 kilomètres au Nord d'Anvers. Le sondage d'Esschen l'a percée et d'innombrables argilières l'ont mise à nu le long du canal, à l'Ouest de Turnhout.

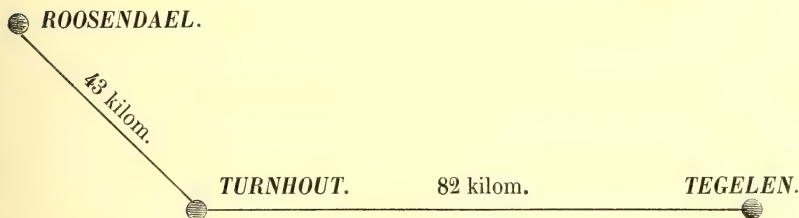
Le gîte si riche en fossiles est situé à quelques kilomètres au Sud de Venloo, à Tegelen-sur-Meuse, sur la rive droite.

M. Eug. Dubois nous dit qu'il existe là un plateau environné par les vallées de la Meuse, de la Roer et de la Niers, plateau jadis beaucoup plus vaste et qui fut scindé par les rivières, mais il ne dit pas qu'il n'est qu'un lambeau de celui dont faisait aussi partie la Campine belge.

La Meuse a coupé en ce point de Tegelen le plateau campinois, comme la Senne a tranché le plateau brabançon sous le méridien de Bruxelles; mais l'action érosive de ces rivières n'a pas eu plus d'action sur les couches restées *in situ* que si elles étaient des canaux creusés par la main des hommes.

Tegelen est donc situé en pleine Campine, comme Turnhout, et absolument sous le même parallèle. De la vallée de la Meuse, bien plus récente, dans ces parages, que les couches tertiaires qui l'encaissent, il ne doit pas être tenu compte dans cette question.

Voici d'ailleurs les positions respectives des localités :



(1) Le chantier se trouvait dans un endroit des plus difficiles, ce qui amena un accident qui fit arrêter les travaux à 85 mètres.

(2) *Bulletin de la Société royale malacologique de Belgique*, t. XVII, 1882.

(3) La limite méridionale du Cromerien (argile de la Campine) est à peu près sous le parallèle de Capellen prolongé vers l'Est. Les cartes géologiques sont faciles à corriger.

Le banc, comme tous les bancs tertiaires d'argile dans cette région, s'épaissit vers le Nord; c'est pourquoi, n'ayant que quelques mètres le long du canal de la Campine, une trentaine *peut-être* à Tegelen, il en a plus de 75 à Roosendaal.

Le banc est continu (1), de l'Est à l'Ouest, comme ceux du Rupelien, de l'Ypresien, de l'Asschien, etc.; la preuve en est fournie par le diagramme (voir planche B). Les immenses marais de Peel sont dus à son imperméabilité. On ne saurait donc douter de la continuité de la couche de la Campine hollandaise à la couche de la Campine belge.

M. Dubois émet l'idée que les dépôts de Tegelen se seraient formés dans un petit lac d'eau douce se déversant dans le Rhin, parce que les fossiles ne révèlent qu'un courant nul ou très faible; il y aurait là ce qu'on nomme un *weel* (2), comme on en voit beaucoup dans les Polders; le fait est possible, mais ce lac minuscule faisait partie d'un polder gigantesque s'étendant sur une région immense du Rhin actuel jusqu'à Cromer. Ce *schorre* (3) gigantesque se couvrait de végétation; en été, une faune innombrable venait y paître, et l'homme pliocène, chasseur et carnassier, venait y poursuivre et tuer les animaux.

Sauf le menu détail du *weel*, nous sommes en complète communauté d'idées avec M. Dubois, et nous nous faisons un devoir de lui rendre un grand et juste hommage pour ses travaux. Exprimons l'espoir que bientôt il complétera ses investigations et que de nouvelles trouvailles couronneront ses recherches.

Et nous, géologues, ne soyons pas égoïstes; si nous avons à présent toutes les satisfactions paléontologiques, repassons-en une partie à nos confrères des Sociétés d'Archéologie et d'Anthropologie, et rappelons-leur les bois de Cervidés, portant des traces de coups de hache, portés à l'état frais, puis silicifiés, brisés, gisant à 4 mètres dans l'argile d'âge pliocène supérieur et *in situ* (4).

Si les preuves de l'âge des argiles sont incontestables, celle de l'existence de l'homme tertiaire (Pliocène supérieur) ne l'est pas moins (5).

(1) A Tilbourg, il serait le toit imperméable d'une nappe artésienne ascendante, provenant des sables amsteliens. En Campine anversoise, il contient des couches de végétaux flottés et à la surface des souches de gros arbres encore *in situ*.

(2) Affouillement dans un polder par un courant.

(3) Alluvion non endiguée, ne se couvrant qu'aux hautes eaux.

(4) Des collections de M. P. Cogels. Deux parties de bois sont figurées : *Anvers à travers les âges*, t. I, p. xxii.

(5) S'il restait des incrédules au sujet de l'équivalence des argiles de Tegelen et de celles de la Campine anversoise, nous leur recommandons l'étude des *nombreux végétaux* que l'on trouve dans les dernières. Les membres de la Société les ont vus,

Projet d'échelle stratigraphique du système pliocène en Belgique et en Hollande.

Système pliocène.	PLIOCÈNE SUPÉRIEUR.	Étage cromerien . .	{ Argile de la Campine belge et néerlandaise avec faune et flore de Cromer. (Dépôts fluviatiles.)
		Étage amstelien . .	{ Sable et gravier, cailloux, compris entre le Cromerien et le Poederlien. (Dépôts fluviatiles.)
	PLIOCÈNE MOYEN.	Étage poederlien (marin).	
		Étage scaldisien (marin littoral).	
	PLIOCÈNE INFÉRIEUR.	Étage diestien (marin, lagunaire et dunal).	

O. VAN ERTBORN.

Un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas,
par le professeur EUG. DUBOIS. (*Traduit de l'anglais par O. van Ertborn.*)

A la frontière orientale des Pays-Bas, le long du tiers central de la province de Limbourg, se trouve le versant escarpé et occidental d'un plateau formé de gravier et de sable, et qui est entouré par les vallées de la Meuse, de la Niers et de la Roer (1); il s'élève à une trentaine de mètres (2) au-dessus de la plaine basse. Le versant est incliné du côté de la frontière hollandaise en face de Venloo, de Tegelen et de Belfeld; il a la même allure plus loin à l'Est de Swalmen et de Herkenbosch. Ce plateau est un lambeau faisant partie jadis d'un plateau beaucoup plus vaste s'étendant jusqu'à Nimègue et Clèves, et dont fait partie aussi, d'après le Dr Loricé, celui de Veluwe. Cet auteur est porté à croire que ce grand massif était encore entier à l'époque de l'invasion principale de la grande banquise scandinave et que ce n'est qu'à la suite

récemment, lors de leur excursion en Campine. Il y avait même des souches de gros arbres *in situ*. Éventuellement si ces végétaux étaient d'un autre âge, on aurait à opposer leur liste à celle de M. Dubois. Mais d'ici là le doute sera plus légalement permis que la contestation ou la dénégation pure et simple. C'est l'argument paléontologique qui surtout doit avoir la parole. Que les incrédules prient enfin la direction des musées du Cinquantenaire, à Bruxelles, de bien vouloir faire déterminer, soit au musée Teyler, soit en Angleterre, les bois de *Cervidés* de provenance campinoise. C'est le seul mode de procéder méthodiquement et scientifiquement.

(1) L'embouchure de la Roer à Ruremonde se trouve sous le parallèle d'Anvers et celle de la Niers sous celui de Bois-le-Duc; ce plateau est donc le prolongement de celui de la Campine sur la rive droite de la Meuse. Ce fait est de la plus haute importance, car l'allure des couches doit y être la même à peu près qu'en Campine.

(2) Cote 50 environ.

(Notes du traducteur.)

du retrait de cette banquise, par fusion, que la grande érosion commença. Cette action le divisa en plusieurs lambeaux, qui furent encore subdivisés chacun par la Swalm, la Nette et ses affluents (1). Le Dr Lorié fait voir que les parties septentrionales et orientales de ce plateau ne sont pas seulement constituées par le Diluvium rhénan, comme le pensait Staring, pour toute cette étendue jusqu'à Nimègue, mais que les parties septentrionales et orientales portent des traces du passage du glacier scandinave, lors de la grande époque glaciaire, et qu'en conséquence, la partie supérieure consiste en *Diluvium entremêlé*. Tel n'est pas le cas pour les graviers dans la zone occidentale du plateau que nous examinerons maintenant tout particulièrement. On n'y trouve que des cailloux charriés par le Rhin et par son grand affluent, la Meuse; de plus, la stratification horizontale n'a pas été dérangée par un glacier qui se serait mû sur le plateau.

Toutefois, malgré les indices de l'action de la glace sur le transport du sable et des graviers qui constituent le massif, indices fréquents et qui se manifestent jusqu'à 50 mètres et plus au-dessous de la surface, on constate, ainsi qu'il est dit plus haut, que la structure horizontale n'a pas été troublée par la translation d'un glacier recouvrant. Cette stratification, due à des courants fluviaux, peut être observée en un certain nombre de points où le gravier est exploité. En même temps, on trouve fréquemment, mêlé au sable et au gravier fin, de grosses pierres aux arêtes vives.

Ainsi, j'ai observé dans une gravière située dans la Bruyère de Jammerdael, en face de Tegelen, les blocs suivants, qui furent trouvés sur une surface d'un hectare et à 2 ou 3 mètres au-dessus de la base du dépôt de sable et de gravier. Un grand bloc de *Thonschiefer* (2) ayant $1^m35 \times 0^m75 \times 0^m35$ et trois plus petits ayant 50 centimètres pour leur plus grande dimension; un bloc de quartzite veiné de gris, ayant $0^m80 \times 0^m75 \times 0^m50$; un autre quartzite gris, ayant $0^m67 \times 0^m36 \times 0^m20$; une petite masse de silex de $0^m60 \times 0^m55 \times 0^m15$. D'autres grandes pierres étaient brisées en pièces; à l'Est de Belfeld, les blocs sont moins abondants dans le gravier. Parmi d'autres, j'observai un basalte de 40 centimètres dans sa plus grande dimension. Ces observations nous portent à supposer qu'il y a eu un transport sur une grande échelle par des glaces flottantes et nous permettent d'admettre aussi que ces glaçons avaient leur origine dans la partie supérieure du cours du

(1) Ne pas confondre avec la Nèthe belge. (O. v. E.)

(2) L'auteur ne traduisant pas, nous ferons comme lui. (O. v. E.)

Rhin et de la Meuse, comme glaces de fond. La base du dépôt a 2 mètres à l'Est de Tegelen et 5 mètres à l'Est de Belfeld, où elle est tout à fait dépourvue de gravier et ne consiste qu'en sable fin.

D'après tous ces indices, nous considérons le Diluvium rhénan comme une formation fluvio-glaciaire de la première époque glaciaire pleistocène, chronologiquement équivalente aux *Deckenschotter* fluvio-glaciaires du Diluvium du Rhin moyen.

Cette interprétation est corroborée par le caractère de la couche sous-jacente aux graviers et au sable du plateau. Outre les sables et les graviers, on a extrait de l'argile, qui fournit la matière première aux tuileries et aux briqueteries de beaucoup de localités de la province hollandaise de Limbourg et de la région voisine de la Prusse rhénane, tout particulièrement sur les rives et les vallées transversales de la Zwalm. Cette argile gît en stratification concordante et n'est pas érodée; elle est horizontale dans son plan de contact avec le Diluvium rhénan, l'équivalent des *Deckenschotter*. Dans l'argilière de la briqueterie de la firme Canoy-Herfkens, sur le versant occidental de la Bruyère de Jammerdael, son toit se trouve à la cote + 27 AP (1), à l'Est de Belfeld, près de Maelbeeck; à 4^{km}5 au Sud-Sud-Ouest, je trouvai son toit à la cote + 55; à l'Est de Reuver et à 8^{km}5 au Sud-Sud-Ouest « dans la briqueterie en face de Tegelen » il est à la cote + 45. A l'Est de Swalmen, près de la douane hollandaise, à 14 kilomètres au Sud-Ouest de la briqueterie située dans la Bruyère de Jammerdael, à la cote + 50.5 (2).

Cette même argile est aussi largement exploitée à Brüggen-sur-Zwalm, dans la Province rhénane, de 5 à 8 kilomètres de la briqueterie située près de la douane hollandaise. Il est probable que c'est la même argile qui se trouve à la surface près du Zwartwater (au Nord de Venloo), à l'Ouest du plateau, dans les communes de Tegelen, Belfeld et Reuver.

Cette argile constitue évidemment un banc continu sous-jacent au « Diluvium rhénan ». Elle a une allure modérée *remontante* vers le Sud et ses restes apparaissent dans la plaine basse, limitant le plateau vers l'Ouest, où le Diluvium rhénan a disparu par dénudation.

(1) Zéro d'Amsterdam, mer moyenne, plus élevé d'environ 2 mètres que le zéro d'Ostende. (O. v. E.)

(2) Dans le texte néerlandais, les altitudes ne sont qu'approximatives, par estimation; dans le texte anglais, elles sont déterminées par nivellement.

(Note du traducteur anglais.)

On ne connaît pas la puissance totale du banc, parce que sa base n'a été atteinte par aucune fouille. Dans la Bruyère de Jammerdael, l'argile est exploitée jusqu'à 6 mètres de profondeur. Elle a été percée par un forage de 2 mètres, donc jusqu'à la cote + 19 mètres. Plus bas, l'argile est remplacée par du sable. Il est probable qu'il y a une autre couche d'argile sous le sable.

Des forages ont été exécutés à Venloo et dans le voisinage en différentes places; les plus voisines sont à 2 1/2 kilomètres de la briqueterie signalée, où une argile similaire a une puissance de 8 mètres, atteignant, à la cote — 4, du sable blanc grossier et du gravier avec beaucoup de mica. Elle est recouverte, jusqu'à la cote + 4, par 3 mètres de sable et 12 mètres de gravier (1). Sur la rive droite de la Meuse, au Sud de Venloo, à sa limite, ce gisement de gravier est très ferrugineux et un peu cohérent; il est recouvert de limon jusqu'à la cote + 14. A cause du niveau élevé de la nappe aquifère, situé à 0^m50 au-dessus de la cote 8, on ne peut voir la base du gravier dans ce bassin. En un petit nombre de points cependant, à 1 kilomètre au Sud du pont de la Meuse et à 2 kilomètres au Nord-Ouest de la briqueterie indiquée, j'ai observé une argile semblable à celle de Tegelen, dans son gisement original, étant, sur 7 mètres, en contact horizontal avec le gravier. Ce contact se trouve à la cote + 11. Évidemment, cette même argile sur la rive de la Meuse appartient à la même formation qui fut atteinte à Venloo par les forages, la couche ayant été irrégulièrement arasée bien longtemps avant le creusement de la vallée de la Meuse. Dans ce cas, une différence de 7 mètres peut se produire dans le niveau du toit de l'argile. Dans cette argile, sur la rive droite de la Meuse, j'ai trouvé un tibia de Rhinocéros, qui ne peut être assimilé qu'à un ossement de *R. etruscus* ou de *R. Merckii*. L'ossement était fixé dans l'argile, en grande partie enveloppé par du gravier cohérent. Cette argile est conséquemment caractérisée comme interglaciaire ou préglaciaire (Prépleistocène). Si elle appartient à la même couche que l'argile de Tegelen, l'épaisseur totale de cette dernière, en y comprenant quelques couches sableuses, peut être estimée à 50 mètres. Dans cette estimation, j'ai supposé que sa base, de Venloo à Tegelen, est horizontale, ce qui

(1) D'après une communication de M. de Waal Malefyt, le toit de l'argile se trouve à 5 mètres plus bas d'après un forage fait sur la rive droite de la Meuse à Venloo. Il est probable que l'argile, qui a été atteinte par des forages à 24 kilomètres au Sud de Venloo, à l'Est de la Meuse dans le voisinage de Ruremonde et à la cote + 3, sous beaucoup de graviers, est géologiquement la même que celle qui se trouve sous Venloo.

semble admissible sur une aussi petite distance, en comparaison de la grande extension du banc et eu égard à la structure horizontale de l'argile. Nous avons alors à la considérer comme d'âge prépleistocène, interprétation entièrement confirmée par les preuves paléontologiques exposées plus loin. Je crois qu'il est très improbable que l'argile, en sous-sol à Venloo et dans le voisinage de la Meuse, ait pu se déposer après la première époque glaciaire pleistocène, celle du « Diluvium rhénan ». Dans ce cas, nous serions obligé de supposer deux périodes d'érosion. La première, celle du Diluvium rhénan, pendant laquelle l'argile gisant sous Tegelen, dans la vallée de la Meuse, aurait été érodée; après (pendant une première période glaciaire), une nouvelle argile se serait déposée, qui aurait été entamée à son tour pendant la seconde période d'érosion. Enfin, pendant la seconde ou grande époque glaciaire pleistocène, se serait formé un dépôt de gravier (1). Pour la chronologie des différentes formations du Pleistocène néerlandais, il est d'une très grande importance de prouver, par le moyen des fossiles inclus, l'âge de l'argile de Tegelen, qui se déposa pendant l'époque précédant l'accumulation du « Diluvium rhénan ».

Je dois à M. L. Styns, à cette époque étudiant en médecine à Ruremonde, d'avoir eu connaissance, déjà en 1897, des débris fossiles de Mammifères (spécialement de *Trogontherium* et de daims) et des Mollusques et en même temps de quelques plantes, qu'il avait trouvés dans la briqueterie de MM. Canoy, Herfkens et Smulders; il me les a confiés pour en faire un examen plus complet. Il attira l'attention de ces Messieurs sur l'importance qu'il y avait à collectionner quelques restes fossiles remarquables de Mammifères, et spécialement de *Cervus*, *Rhinoceros*, *Equus*, *Hippopotamus* et *Trogontherium* (actuellement au Musée Teyler à Haarlem), et à l'aide de ceux-ci je suis parvenu à fixer leur horizon géologique. Les coquilles et les restes des plantes (spécialement des graines et du bois), ainsi que des ossements, furent trouvés à 5 mètres sous le toit de l'argile, qui est plutôt sableuse.

Un niveau ossifère plus abondant se trouvait à environ 3 mètres sous le même toit, dans de l'argile (2).

(1) Si M. le professeur Dubois avait fait une grande coupe Sud-Nord et usé des *pendages*, il n'aurait pas hésité un moment sur l'identité du banc d'argile. (O. v. E.)

(2) Jusqu'à 2^m70 sous la surface supérieure, où commence de l'argile très dure, l'argile, dans cette argilière, a une couleur jaune, causée par l'action atmosphérique sur les composés de fer qui sont dans l'argile, et cette action se produit plus bas que dans l'argile dure. Cette dernière est de couleur bleuâtre et devient presque noire à la base. Excepté près de la surface, l'argile de couleur jaune est en totalité sableuse;

En face de Belfeld, les ossements furent trouvés à une profondeur moyenne de 4 mètres dans l'argile; à 1^m25 sous sa surface, il y a une couche de sable de 0^m50. Les parties extérieures des ossements sont absolument intactes; ils n'ont pas été roulés par l'eau. L'énumération suivante des fossiles suffira pour la détermination de l'horizon géologique. J'espère être à même d'en produire la liste complète à une autre occasion.

L'examen des Mollusques doit prendre la place importante; ils appartiennent à des espèces d'eau douce et plus spécialement à une eau stagnante ou coulant très lentement. Il s'y trouve quelques escargots terrestres qui vivent sur la végétation de la rive. Jusqu'à présent, j'ai reconnu :

<i>Paludina</i> 2 sp.	<i>Helix</i> sp.
<i>Planorbis</i> sp.	<i>Limnaeus</i> sp.
<i>Helix hispida</i> L.	<i>Pisidium</i> 2 sp.
<i>Helix arbustorum</i> L.	<i>Unio</i> sp.

Les espèces suivantes de Mammifères sont très déterminables :

Trogontherium Cuvieri Owen.

Cervus Sedgwickii Falc. (= *C. dicranus* Nesti).

— *teguliensis* sp. n.

— (*Axis*) *rhenanus* sp. n.

— (*Axis*) sp.

Hippopotamus amphibius L.

Equus Stenonis Cocchi.

Rhinoceros etruscus Falc.

Il fut trouvé aussi des débris de *Cistudo linaria*, de grenouilles et de poissons. La grande importance des restes de végétaux, dont les

seulement en quelques points dans cette argilière, elle est plutôt dure. Dans ces endroits, la couleur bleue persiste jusqu'à un niveau supérieur et la ligne de séparation n'est ni droite ni horizontale; au contraire, dans l'argile jaune elle descend brusquement, tandis que dans l'argile bleue elle continue à un niveau relativement plus élevé! Elle présente des lignes parallèles brunes agatiformes dans les inflexions de l'argile jaune, comme si ces torsions avaient été provoquées par le mouvement du glacier pleistocène; mais ici, nous n'avons que l'effet du passage de l'argile jaune à l'argile bleue. Ailleurs, en face de Belfeld, quand le gravier couvre l'argile et que, par conséquent, le niveau d'eau phréatique est plus élevé, il a préservé la couleur gris bleuâtre jusqu'à la surface. — (Nota : Tout ceci n'est que l'effet des altérations; on observe la même chose au sommet de l'argile rupélienne. O. v. E.)

graines furent soigneusement collectionnées par M. Styns, nous met en état de conclure au sujet du climat et, par conséquent, de l'époque pendant laquelle ces végétaux vivaient. Quoiqu'il eût été très désirable de trouver des restes d'éléphants, il n'en fut pas découvert de traces parmi les restes de Mammifères.

Les espèces végétales déterminées jusqu'à présent sont les suivantes :

Viburnum sp.

Prunus sp.

Trapa natans L.

Cornus Mas L.

Vitis vinifera L.

Staphylea pinnata L.

Juglans tephrodes Ung.

Nuphar luteum L.

Stratiotes Websteri Pot.

Abies pectinata De.

Chara sp.

Cet assemblage d'animaux et de plantes permet uniquement de conclure en faveur du Préglaial dans le sens de Prépleistocène. Le groupe des Mammifères est distinct de celui des sables de Moosbach, qui par la présence de l'*Equus Stenonis* (1), de deux espèces de daims du type *Axis* et deux autres espèces dont le type n'est plus représenté parmi les daims vivant actuellement, sont généralement considérés comme un dépôt de la période interglaciaire, précédant la seconde ou la grande époque glaciaire pleistocène. Ces faits donnent à tout l'ensemble un caractère tertiaire et par là même rendent probable l'équivalence de l'argile de Tegelen avec le Forest-Bed de Cromer. De ce dernier dépôt, nous connaissons une espèce de daim du groupe *Axis* (*C. etueriarum*, probablement référable aux nouvelles espèces de Tegelen); une seconde espèce a été décrite du dépôt, un peu plus ancien, du Crag de Norwich et du Pliocène de la France centrale, qui décrites comme elles le sont, formeraient plusieurs et même six espèces. *Cervus teguliensis*, comme description, est très voisin de *C. tetraceros* Boyd Dawkins, des couches les plus récentes de ce Pliocène caractérisées par l'*Elephas meridionalis* et du Forest-Bed de Cromer; mais les andouillers du grand daim de Tegelen ne portent jamais plus que trois cors. Les autres Mammifères de l'argile de Tegelen sont tous incontestablement ceux des couches de Cromer. La présence d'*Equus Stenonis* et du *Rhinoceros etruscus*, conjointement avec le *Trogontherium Cuvieri* et l'*Hippopotamus amphibius major*, lève tous doutes sur l'équivalence.

Ce que l'on connaît des espèces de plantes de l'argile de Tegelen

(1) De cette espèce est la variété distinguée par M. Boule, la seule à grandes proportions, qui la font considérer par lui comme l'ancêtre immédiat de l'*Equus caballus*.

semble indiquer un climat un peu plus chaud que celui indiqué par la flore du Forest-Bed, et par là, en apparence, un âge un peu plus ancien. L'espèce de *Prunus* est certainement différente du *P. spinosa* L., qui appartient à la flore de Cromer et qui est maintenant indigène dans l'Europe septentrionale. La graine (noyau) est seulement assimilable avec celle de l'espèce qui paraît croître spontanément en Turquie, au Sud du Caucase et dans le Nord de la Perse. Parmi les plantes de la couche de Cromer, *Vitis vinifera* est encore manquante; elle croît maintenant spontanément dans l'Asie occidentale tempérée, spécialement en Arménie, au Sud du Caucase et de la mer Caspienne, ainsi que dans l'Europe méridionale, l'Algérie et le Maroc. On en a trouvé des restes dans le travertin toscan pleistocène et dans le Midi de la France, où cette espèce est considérée, avec le *Ficus carica*, comme un reste de la flore tertiaire; enfin elle se trouve dans les cités lacustres de l'Italie. Parmi les nombreuses espèces de plantes du Forest-Bed, il manque aussi *Staphylea pinnata*. A l'état sauvage, cette espèce ne vit vers le Nord que jusqu'à l'Allemagne méridionale. Elle est spécialement indigène dans les pays voisins de la mer Noire et dans l'Asie mineure. Il n'a pas été trouvé de *Juglans* dans le Forest-Bed de Cromer. *Juglans tephrodes*, dont la noix, comme celle de quelques formes voisines, est très facile à distinguer de *Juglans cinerea* L., est une espèce tertiaire d'Italie et du centre de l'Allemagne. La semence de *Stratiotes* est très différente de celle de *S. aloides* et, au contraire, elle ressemble d'une manière frappante à *S. Websteri* du Miocène supérieur de Witterau. Le genre *Viburnum* n'a pas été trouvé dans le Forest-Bed de Cromer. Les graines de celui trouvé dans l'argile de Tegelen ressemblent assez bien à celles de *V. opulus* L.; elles sont plus grandes et plus plates. Par suite de l'importance que le genre *Viburnum* a eue dans la flore tertiaire, il me semble que ce fait est en connexion avec ceux cités plus haut. La même observation peut être appliquée au genre *Cornus*, dont une autre espèce, *C. sanguinea*, a été trouvée fossile sur la côte de Norfolk; *C. Mas* paraît croître, en outre de l'Asie, seulement dans l'Europe centrale et méridionale; *C. sanguinea*, d'autre part, est indigène dans l'Europe septentrionale.

Il est tout à fait hors de doute que la flore des travertins de Taubach, à laquelle, pour des motifs fondés, on attribue le même âge que celui des sables de Moosbach, est un peu plus jeune que l'argile de Tegelen. Les premiers contiennent des espèces arctiques et alpines, qui manquent à Tegelen, et, d'autre part, la flore fossile de Taubach manque des formes tertiaires mentionnées; celles-ci indiquent un

climat plus chaud. Du fait que la flore de Tegelen existait lors d'un climat plus chaud que celui de Cromer, il ne faut néanmoins pas conclure que le premier gîte est plus ancien que le dernier. Nous avons à prendre en considération que le site de Cromer est à deux degrés de latitude plus au Nord que Tegelen (1), et surtout, comme Prestwich et Clément Reid l'ont fait remarquer, que les circonstances locales rendaient le climat de Cromer moins doux. On n'a pas trouvé, à Tegelen, de Mammifères qui différencient le Forest-Bed de Cromer du Pliocène ancien de Norfolk.

Prenant tous ces faits en sérieuse considération, il me paraît difficile de garder quelque doute au sujet de l'équivalence du gîte de Tegelen avec celui de Cromer. Comme ce célèbre gisement fluvial et d'estuaire et comme les lits de graviers inférieurs de Saint-Priest, près de Chartres, alluvions caractérisées par l'*Elephas meridionalis* dans la France centrale, et de même que les couches de lignites de Lefse près de Gaudino, non loin de Bergame, Tegelen doit être rangé dans le Pliocène supérieur. Pour de bons motifs, il est généralement admis qu'à la fin du Pliocène, la sédimentation, permanente pendant cette période, a pris fin par un soulèvement du sol; les preuves indiscutables de ce fait ont été constatées aussi bien dans les Pays-Bas qu'en Belgique et qu'en Angleterre. Cette sédimentation a donc pris fin par un affaissement de la zone concave, ou géosynclinal, dans laquelle les sédiments pliocènes marins se sont déposés. Il en résulta que la moitié méridionale de la mer du Nord fut émergée et que l'Angleterre fut réunie au continent. Le grand fleuve de ce bassin de sédimentation, le Rhin, a été figuré par MM. Clément Reid et Harmer comme déversant ses eaux dans la mer du Nord, sur la partie orientale de l'Angleterre, et en Norfolk, le Forest-Bed de Cromer est un dépôt de ce fleuve. Aussi M. Harmer faisait remarquer, dès 1896, que le fleuve, avant d'atteindre l'Angleterre, devait avoir passé quelque part dans les Pays-Bas, de manière qu'on trouverait un jour les équivalents des couches ossifères de Cromer dans ce pays. L'argile de Tegelen est évidemment un gisement formé dans un lac peu profond d'eau douce se déversant dans le Rhin.

Il y a des faits bien établis qui font admettre qu'au commencement de la période pleistocène, le géosynclinal s'accrut, et il en résulta que dans la plus grande partie de la Hollande actuelle, le sable et les graviers s'accumulèrent de plus en plus, pour atteindre une puissance de

(1) Maeseyck, non loin de Tegelen, a, de nos jours encore, le climat le plus élevé de la Belgique.

150 mètres. Mais en même temps que le bassin devenait plus profond, l'angle d'inclinaison augmenta, et par là même la force de transport des eaux s'accrut et celles-ci amenèrent des matériaux plus gros formant le Diluvium du Rhin. Enfin, le courant devenant de plus en plus rapide, il se produisit une importante dénudation. La Meuse se creusa ainsi une profonde vallée à travers le Diluvium du Rhin et l'argile d'âge pliocène supérieur; enfin, le courant ayant un peu perdu de sa force pendant la grande époque glaciaire pleistocène, il se produisit une puissante accumulation de graviers.

Le mémoire de M. Dubois est accompagné de deux figures :

1° L'une représentant un bois de *Cervus teguliensis* au $\frac{1}{8}$ de la grandeur, qui serait de 90 centimètres, portant quatre cors pointus et recourbés légèrement;

2° La seconde, un bois de *Cervus (Axis) rhenanus*, portant trois cors pointus et droits.

Quoique ces données iconographiques présentent un vif intérêt, le texte du mémoire suffit pour démontrer à l'évidence le bien fondé de tout ce que l'auteur a avancé.

O. v. E.

La séance est levée à 10 h. 20.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Découverte d'un puissant gisement de minerais de fer dans le grand bassin houiller de la Belgique, par GUILLAUME LAMBERT.

L'honorable professeur reproduit d'abord *ne varietur* les diagrammes des bassins houillers de Canobie et de Plashets, de Durham en Angleterre, de Richelle à Spa (Belgique) et de Westphalie, qu'il a publiés en 1876. La coupe Richelle-Spa fait voir la liaison avec le bassin du Nord.

La seconde carte donne l'*Allure générale du grand bassin houiller*, depuis la Westphalie jusqu'à l'Écosse. On remarquera que la limite méridionale et occidentale coïncide avec celle de la mer pliocène.

Les premières pages du mémoire sont consacrées à des considérations d'ordre économique qui ne rentrent pas dans le cadre d'études que la Société s'est tracé.

L'illustre ingénieur nous donne ensuite le schéma du gîte houiller des environs de Dudley (Staffordshire), où les premiers bancs de carbonate de fer furent trouvés dans le Houiller. Ce bassin, le plus favorisé de l'Angleterre, donnait, par les mêmes travaux d'exploitation, la houille, le minerai de fer, la pierre à chaux et l'argile propre à la fabrication des briques réfractaires.

Le carbonate de fer se retrouve absolument dans les mêmes conditions à Leuth, à Lanklaer, à Eysden, Campine limbourgeoise, près de la Meuse. Ce carbonate est bien plus riche que celui de l'Angleterre.

Au sujet de la houille, il ajoute que déjà il avait publié, en 1876, en rappelant ce que Prestwich avait dit : « Il ne faut pas chercher dans

les bassins anglais du Sud la houille extrêmement pure de Newcastle ou du Nord; *c'est là seulement qu'elle se trouve.*

» *Du côté du Nord, comme l'indiquent les coupes des bassins anglais et allemand, la régularité est très grande, et plus on avance, plus elle semble augmenter, en même temps que la richesse du bassin. Ce fait est d'une grande portée pour les exploitations futures, etc. »*

Enfin M. Lambert ajoute en note : « Les sondages ont été exécutés à travers les terrains supérieurs au moyen du procédé à l'eau, c'est-à-dire avec injections d'eau.

» Or, tous les géologues expérimentés qualifient le système de **vrai désastre géologique.** »

Ces trois mots sont typiques; ils se passent de tout commentaire.

Le Crétacé de la Campine est caractérisé par un horizon géologique de phosphate de chaux, analogue à celui de Ciply (Hainaut).

Au sujet des inépuisables nappes d'eau *extra pure, non contaminées et sous pression*, nous ne pouvons malheureusement partager l'avis de M. Lambert. *Ces eaux sont abominablement salées, 12 et 15 grammes au litre.*

Le mémoire se termine par les coupes de sondages de Lanklaer, de Leuth et d'Eysdenbosch, indiquant les bancs de carbonate de fer.

Que M. Lambert permette à la Société belge de Géologie de rendre un chaleureux hommage de respect et d'admiration *au père du bassin houiller de la Campine*, à l'ingénieur tenace qui a su vaincre, sans se rebuter, toutes les difficultés, et de lui souhaiter de longues années encore, après une si longue carrière consacrée tout entière au bien-être de l'humanité.

O. VAN ERTBORN.

L. CAREZ. — Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luz et d'Arδος (Pyrénées). (*Bull. Soc. Géol. de France*, 4^e série, t. IV, 1904, n° 1.)

L'auteur admet qu'il y a eu à Gavarnie et aux Eaux-Bonnes le vaste charriage venu du Sud, d'une écaille gigantesque, à la suite duquel le Crétacé supérieur a été amené à sa place actuelle à des altitudes considérables et dans une position anormale.

Dans les environs de Gavarnie, les flancs de la vallée sont formés à la base par des schistes granitisés appartenant au Primaire. Au-dessus

se trouve une bande de calcaire très mince au Nord, mais s'épaississant notablement aux abords de la frontière, où elle peut atteindre une centaine de mètres d'épaisseur. Ce calcaire renferme des Hippurites qui indiquent nettement le Campanien. Ce Crétacé est surmonté, tout près de là, au Pimené, par une masse considérable de couches primaires, où on distingue, de haut en bas, le Silurien supérieur, le Devonien supérieur, le Devonien inférieur et le Carbonifère.

Le contact entre le Silurien granitisé et le Calcaire campanien se fait par une plate-forme absolument unie, rabotée, polie même, très légèrement et régulièrement inclinée au Nord. Quant aux bandes de Silurien et de Devonien, qui surmontent le Campanien, elles suivent celui-ci avec une épaisseur à peu près uniforme, de sorte que l'on croirait au premier abord se trouver en présence d'une succession normale et régulière.

Enfin, le Campanien est surmonté par une masse imposante de calcaires gréseux appartenant au Danien et formant toutes les parois du cirque de Gavarnie. Entre ces deux étages se voit une surface de contact anormal, bien nette, s'avancant vers le Sud ; le Campanien est incliné fortement au Nord, tandis que le Danien plonge en sens inverse.

On constate la répétition de phénomènes analogues, au massif des Eaux-bonnes-Eaux-chaudes, au massif du Pic Barès.

Il n'est pas douteux que des mouvements très énergiques se sont produits dans les Pyrénées, à la fin de l'Éocène, qui ont empilé les plis couchés du Danien et qui ont renversé très fréquemment les assises éocènes, vers les limites septentrionales de la zone pyrénéenne. Le Campanien a été intéressé dans ces mouvements et a été déplacé au Nord ; ce qui le prouve, c'est la présence du faciès des calcaires à Rudistes, lequel est absolument inconnu dans la série régulière du versant septentrional. Il ne peut donc avoir été amené dans la vallée de Gavarnie que mécaniquement et venant d'une grande distance.

Les environs de Gavarnie présentent du reste une très grande complication ; on n'y voit pas moins de six écailles distinctes, qui sont, de haut en bas :

6. Écaille de Carbonifère.
5. — de Devonien inférieur.
4. — de Devonien supérieur.
3. — de Silurien supérieur.
2. — de Danien.
1. — de Campanien.

Les deux écailles crétacées proviennent du Sud et ont été charriées sur une grande distance ; les quatre autres sont venues du Nord,

mais ne paraissent avoir parcouru qu'un assez court trajet. Leur âge relatif est celui du tableau ci-dessus pour cinq d'entre elles, qui sont en superposition directe; quant à la deuxième, qui est en relation avec la première, il est difficile de savoir si elle est antérieure ou postérieure aux écailles primaires.

Des planches et une photogravure très démonstratives accompagnent le travail, qui constitue une contribution très intéressante et très importante à la théorie des chevauchements des terrains à grande distance.

V. D. W.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Agitation volcanique.

Presque en même temps, le Vésuve et le mont Pelé ont donné des signes d'activité. A la date du 22 septembre, le premier de ces volcans a lancé des pierres calcinées, et des coulées de laves se sont produites sur son versant Nord-Est.

Le lendemain, l'activité du Vésuve est devenue très forte. Les parois éboulées du cratère ont eu une tendance à obstruer celui-ci; il était le siège d'immenses explosions et vomissait des poussières. Le courant de lave de la vallée d'Atrio del Cavallo formait de petits volcans, dont les explosions s'élevaient jusqu'à 50 mètres de hauteur.

De larges fissures se sont produites dans le grand cône, dont on considérait le déchirement comme possible. Les 24 et 25 septembre, l'explosion continuait et le volcan lançait des matières ignées à de grandes hauteurs.

Quant au mont Pelé, il était aussi en activité à la fin de septembre, et cette activité a persisté jusque dans les premiers jours d'octobre. On n'a pas eu, heureusement, de grands dégâts à constater. D'immenses quantités de vapeur et de cendres sont sorties du volcan.

Pendant toute la journée du 29 septembre, des vapeurs ont plané au-dessus du cratère; elles formaient un nuage qui s'élevait à environ 2 400 mètres de hauteur. Les deux pointes du cône étaient brillamment éclairées.

Sources chaudes du Simplon.

De nouvelles sources chaudes ont surgi dans le tunnel du Simplon; elles donnent un débit de 1 200 à 1 500 litres par seconde, à la température de 54°.

SÉANCE MENSUELLE DU 20 DÉCEMBRE 1904.

Présidence de M. X. Stainier, Président.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

MM. E. Van den Broeck, secrétaire général, et J. Willems s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Correspondance :

M. le baron O. van Ertborn désire poser à la Société une question qu'il résume comme suit :

De l'âge du « Flandrien » de la province d'Anvers et du pays de Waes.

Le Flandrien de la province d'Anvers et du pays de Waes, bien visible dans les briqueteries des rives du Rupel et de l'Escaut, et qui présente un *petit cycle sédimentaire complet*, tel qu'il est décrit dans le tome XVI des *Bulletins* de la Société, page 63 des *Mémoires*, est-il l'équivalent du Flandrien fossilifère de l'autre partie des Flandres? En a-t-on les preuves? Cette question n'a pas été soulevée jusqu'à présent et la solution en serait intéressante. Il m'est venu des doutes depuis longtemps sur cette équivalence.

Pour ce qui me concerne, je considère le « Flandrien » de la province d'Anvers et du pays de Waes comme plus récent que les couches à *Corbicula fluminalis*?

M. le professeur J. Gosselet annonce l'envoi, pour la Société, par l'intermédiaire du service des échanges, de son ouvrage, ainsi que des cartes qu'il vient de publier, sur les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages du Nord de la France, dans la région de Douai.

M. le Dr *Gilbert*, trésorier de la Société, regrette de ne plus pouvoir assumer ses fonctions à l'avenir et prie la Société de bien vouloir agréer sa démission.

M. *Ch. Lejeune de Schiervel*, regrettant que des circonstances indépendantes de sa volonté, et notamment la prolongation, en 1905, des longs séjours à l'étranger qu'il a dû faire en 1904, ne lui permettent guère de s'occuper des travaux du Secrétariat, prie la Société d'accepter la démission de ses fonctions.

Le Comité d'organisation du *VII^e Congrès international d'Hydrologie, de Climatologie, de Géologie et de Thérapie par les agents physiques* invite la Société à prendre part à la session qui aura lieu, le 10 octobre 1905, à Venise.

Dons et envois reçus :

M. *Dollo* dépose sur le bureau et fait hommage à la Société d'un exemplaire de son très important ouvrage intitulé : *Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899 sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Rapports scientifiques publiés aux frais du Gouvernement, sous la direction de la Commission de la Belgica. — Zoologie. — Poissons.* (Gr. in-4° de 240 pages et XII planches. 1904.) (*Remerciements.*)

1° Extraits des publications de la Société :

- 4506. ... *Bulletins bibliographiques des séances des 19 juillet et 18 octobre 1904.* Procès-verbaux de 1904. 25 pages (2 exemplaires).
- 4507. *Agamennone, G. Détermination des bradysismes dans l'intérieur des continents au moyen de la photographie.* Traductions et Reproductions de 1904. 10 pages (2 exemplaires).
- 4508. *Cornet, J. La Meuse ardennaise.* Traductions et Reproductions de 1904. 7 pages (2 exemplaires).
- 4509. *Dollo, L. L'origine des Mosasauriens.* Mémoires de 1904. 6 pages et 1 planche (2 exemplaires).
- 4510. *Rutot, A. Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Panislien.* Procès-verbaux de 1904. 5 pages (2 exemplaires).

4511. **Stainier, X.** *Du caractère éruptif de la porphyroïde de Grand-Manil.* Procès-verbaux de 1904. 4 pages (2 exemplaires).
4512. **Stainier, X.** *Sur des minéraux du terrain houiller de Belgique.* Procès-verbaux de 1904. 5 pages (2 exemplaires).
4513. **Tecqmenne, M.** *De la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires.* Procès-verbaux de 1904. 7 pages (2 exemplaires).
4514. **Van Ertborn, O.** *De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue.* Mémoires de 1904, 19 pages (2 exemplaires).

2° De la part des auteurs :

4515. **Abel, O.** *Die Tithonschichten von Niederfellabrunn in Niederösterreich und deren Beziehungen zur unteren Wolgastufe.* Vienne, 1897. Extrait in-8° de 20 pages.
4516. **Abel, O.** *Ueber einige artesische Brunnenbohrungen in Ottakring und deren geologische und palaeontologische Resultate.* Vienne, 1898. Extrait in-8° de 26 pages.
4517. **Abel, O.** *Untersuchungen über die Fossilen Platanistiden des Wiener Beckens.* Vienne, 1899. Extrait in-4° de 37 pages et 4 planches.
4518. **Abel, O.** *Die Fauna der miocänen Schotter von Niederschleinz bei Limberg-Meissau, in Niederösterreich.* Vienne, 1900. Extrait in-4° de 8 pages.
4519. **Abel, O.** *Ueber sternförmige Erosionssculpturen auf Wüstengeröllen.* Vienne, 1901. Extrait in-4° de 14 pages et 1 planche.
4520. **Abel, O.** *Ueber die Hautbepanzerung fossiler Zahnwale.* Vienne, 1901. Extrait in-4° de 21 pages et 2 planches.
4521. **Abel, O.** *Les Dauphins Longirostres du Bolderien (Miocène supérieur) des environs d'Anvers. Première partie.* Bruxelles, 1901. Extrait in-4° de 95 pages et 10 planches.
4522. **Abel, O.** *Les Dauphins Longirostres du Bolderien (Miocène supérieur) des environs d'Anvers. Deuxième partie.* Bruxelles, 1902. 88 pages et 8 planches.
4523. **Abel, O.** *Die Ursache der Asymmetrie des Zahnwalschädels.* Vienne, 1902. Extrait in-8° de 17 pages et 1 planche.
4524. **Abel, O.** *Zwei neue Menschenaffen aus den Leitha Kalkbildungen des Wiener Beckens.* Vienne, 1902. Extrait in-8° de 37 pages et 1 planche.

4525. **Abel, O.** *Studien in den Tertiärbildungen des Tullner Beckens.* Vienne, 1903. Extrait in-8° de 50 pages.
4526. **Abel, O.** *Ueber das Aussterben der Arten.* Vienne, 1904. Extrait in-8° de 10 pages.
4527. **Abel, O.** *Die Sirenen der Mediterranen Tertiärbildungen Oesterreichs.* Vienne, 1904. Extrait in-4° de 223 pages, 7 planches et 26 figures.
4528. **Abel, O., und Dreger, J.** *Exkursion nach Heiligenstadt, Nussdorf und auf den Kahlenberg.* Vienne, 1903. Extrait in-8° de 8 pages.
4529. **Ferrero, E.** *Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1903 all' Osservatorio della R. Università di Torino.* Turin, 1904. Extrait in-8° de 53 pages.
4530. **Geikie, A.** *Éléments de géologie sur le terrain.* (Traduit de l'anglais par M. O. Chemin.) Paris, 1903. Volume in-8° de 291 pages, 87 figures.
4531. **Graux, L.** *La loi de 1902 et les stations hydrominérales.* Paris, 1904. Extrait in-8° de 12 pages.
4532. **Hoernes, R.** *Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge, N^{er} XXIV : Berichten über das Makedonische Erdbeben vom 4. April 1904.* Vienne, 1904. Extrait in-8° de 54 pages.
4533. **Lang, O.** *Die Gipfelkrönungen von Vulkankuppen.* Berlin, 1904. Extrait in-4° de 7 pages et 8 figures.
4534. **Lapparent (A. de),** *Les surprises de la stratigraphie.* Louvain, 1904. Extrait in-8° de 39 pages.
4535. **Laska, W.** *Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge, N^{er} XXIII : Ueber die Verwendung der Erdbebenbeobachtungen zur Erforschung des Erdinnern.* Vienne, 1904. Extrait in-8° de 13 pages.
4536. **Le Couppey de la Forest, M.** *Alimentation en eau potable dans les campagnes.* Paris, 1904. Extrait in-8° de 12 pages.
4537. **Ministère de l'Agriculture.** *Statistique de la Belgique. Recensement agricole de 1905.* Bruxelles, 1904. Volume in-8° de 261 pages.
4538. **Montessus de Ballore (F. de).** *The seismic phenomena in British India, and their connection with its geology.* Calcutta, 1904. Extrait in-8° de 42 pages et 2 planches.
4539. **Montessus de Ballore (F. de).** *Étude de géographie dynamique. Les relations sismico-géologiques du massif barbaresque.* Genève, 1904. Extrait in-8° de 25 pages et 2 planches.

4540. **Toula, F.** *Ueber eine neue Krabbe (Cancer Bittneri n. sp.) aus dem miocänen Sandsteine von Kalksburg bei Wien.* Vienne, 1904. Extrait in-8° de 8 pages.
4541. **Toula, F.** *Geologische Beobachtungen auf einer Reise in die Gegend von Silistria und in die Dobrudscha im Jahre 1892.* Vienne, 1904. Extrait in-8° de 46 pages et 3 planches.
4542. **Toula, F.** *Der gegenwärtige Stand der geologischen Erforschung der Balkanhalbinsel und des Orients.* Vienne, 1904. Extrait in-8° de 156 pages et 2 cartes.
- 4542^{bis}. **Darapsky, L.** *Enteisenung von Grundwasser.* In-8° de 104 pages, 3 diagrammes.
4543. **Dollo, L.** *Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899 sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Rapports scientifiques publiés aux frais du Gouvernement, sous la direction de la Commission de la Belgica. Zoologie. Poissons.* Anvers, 1904. Volume grand in-4°, de 240 pages et 12 planches.
4544. **Arctowski, H.** *Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899, sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Rapports scientifiques publiés aux frais du Gouvernement, sous la direction de la Commission de la Belgica. Météorologie. Rapport sur les observations météorologiques horaires.* Anvers, 1904. Volume grand in-4°, de 150 pages et 23 planches.

5° Périodiques nouveaux :

4545. LISBONNE. *Société de Géographie.* Bulletin 1904, nos 9 et 10.
4546. NOWO-ALEXANDRIA. *Annuaire géologique et minéralogique de la Russie.* I, 1896 à VI, 1904; VII, 1904 : 1, 2 et 3.
4547. MADRID. *Académie royale des sciences exactes, physiques et naturelles.* Revista, I, 1904 : 1 à 5.
4548. CALCUTTA. *Geological Survey of India.* General Report : 1902-1903.
4549. *Geological Survey of India.* Records : XXXI 1904 : 1 et 2.
4550. *Geological Survey of India.* Memoirs : XXXIV, 1903 : 3; XXXV, 1903 : 2 et 3; XXXVI, 1904 : 1.
4551. *Geological Survey of India.* Palaeontologia Indica : 1903.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont élus *en qualité de membres effectifs* :

MM. STRAET, LOUIS, au château de Geetz-Betz, lez-Diest.

ARRAULT, RENÉ, ingénieur, 69, rue Rochechouart, à Paris.

En qualité d'associé régnicole :

le baron DE COPPIN, ingénieur, 60, rue Potagère, à Bruxelles.

Communications :

M. *Wilhelm Prinz*, s'aidant d'échantillons, de coupes et de figures au tableau noir, expose la deuxième partie de son travail intitulé : *La déformation des matériaux de certains phyllades ardennais n'est pas attribuable au « flux » des solides.*

Ce travail sera inséré dans les *Mémoires* de 1905.

M. A. *Rutot* a ensuite la parole pour sa communication intitulée :

Sur la non-existence, comme terme autonome de la série quaternaire, du limon dit « des hauts plateaux ».

Parmi les idées anciennes qui continuent à avoir cours en Belgique — car elles disparaissent rapidement dans les autres pays — figure la notion du « *limon des hauts plateaux* » comme terme autonome et le plus ancien de la légende du Quaternaire.

Après être tombé dans l'oubli, sans même avoir été combattu, ce terme a été remis en vigueur par le regretté A. Briart, et il dépare encore à l'heure actuelle la légende du Quaternaire de la Carte géologique de la Belgique à l'échelle du $\frac{1}{40\ 000}$.

J'ai déjà eu l'occasion de dire que la prise en considération du « *limon des hauts plateaux* » dérive d'une simple illusion, découlant elle-même d'observations incomplètes et trop superficielles.

En effet, lorsqu'on interroge un partisan de l'existence de ce limon, il répond en traçant la coupe reproduite par la figure 1 ci-après.

De cette coupe, qui est censée représenter l'ensemble des faits observés, on déduit logiquement que sur le plateau primitif, avant toute ébauche sérieuse de creusement des vallées, une vaste crue a déposé sur toute la surface du plateau un limon, naturellement considéré comme la

plus ancienne des couches quaternaires ; puis que le creusement des vallées s'opérant, ce limon des hauts plateaux a d'abord été érodé sur la largeur des vallées, puis est venu le tour des couches de la série géologique jusqu'à la limite inférieure du creusement.

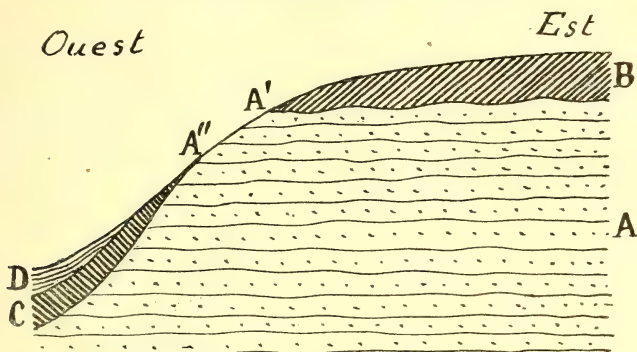


Fig. 1. — COUPE D'UN VERSANT DE VALLÉE RELIANT UN HAUT PLATEAU A LA PLAINE D'ALLUVIONS MODERNES ET TENDANT A DÉMONTRER L'AUTONOMIE ET LA GRANDE ANCIENNETÉ DU LIMON DES HAUTS PLATEAUX.

- A. Couches quelconques de la série géologique : primaires, secondaires ou tertiaires.
- A' A''. Affleurement direct au sol des couches A.
- B. Limon des hauts plateaux.
- C. Limon des moyens et des bas niveaux.
- D. Limon moderne des pentes.

C'est, soit vers la fin du creusement des vallées, soit après le creusement total que, des crues s'étant derechef produites, de nouveaux limons sont venus se déposer le long des versants ; mais comme ces crues n'ont jamais atteint l'altitude du haut plateau, il s'ensuit que l'on constate toujours, entre les biseaux des deux groupes de limons, un affleurement direct au sol des couches de la série géologique constituant la masse interne du versant.

De caractères distinctifs entre les limons d'âges si différents *B* et *C*, on n'en signale point. Tout ce que l'on peut dire, c'est que le limon des hauts plateaux n'est jamais ossifère, tandis que le limon des bas niveaux peut l'être et peut aussi renfermer les coquilles bien connues : *Helix*, *Pupa* et *Succinées*.

A ce simple exposé de la théorie, on reconnaît déjà combien elle est en désaccord avec certaines conclusions tirées d'études parallèles.

Pour ce qui concerne la Belgique, par exemple, on sait que la der-

nière mer tertiaire ample est la mer diestienne et que c'est à partir du retrait de cette mer vers le Nord, que l'ébauche du réseau fluvial actuel a pris naissance.

Pendant le Scaldisien, le Poederlien, l'Amstelien et le Cromerien, c'est-à-dire durant le reste du Pliocène, ce réseau fluvial a eu largement le temps de creuser des vallées, puisqu'à la fin du Pliocène, nous trouvons le fond de ces vallées élevé seulement d'une trentaine de mètres au-dessus du niveau actuel des eaux dans ces mêmes vallées.

Le plateau primitif, celui sur lequel se serait étendu le limon des hauts plateaux avant tout creusement, n'a donc existé que pendant la deuxième phase du Diestien (retrait de la mer diestienne), et comme un creusement sensible s'est produit depuis le Scaldisien, c'est donc d'âge diestien que devrait être le limon des hauts plateaux s'il existait réellement! Dès lors, il ne serait certes plus quaternaire.

Mais, laissant ces considérations, il n'est pas douteux que les faits présentés comme le veulent les partisans du limon des hauts plateaux, ne constituent qu'un trompe-l'œil, car ils ne représentent qu'une partie de la vérité, et pour connaître la totalité de celle-ci, il suffit de prolonger la coupe jusqu'à la vallée prochaine, c'est-à-dire jusque l'autre versant.

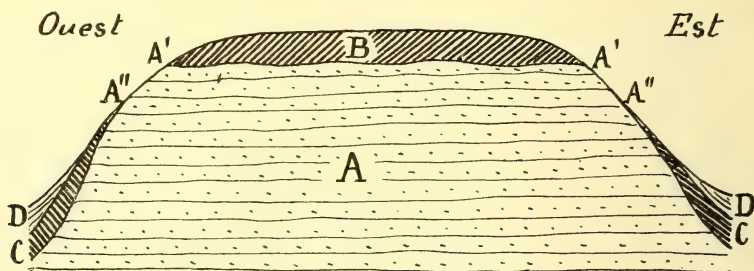


Fig. 2. — COUPE D'UN PLATEAU ENTRE DEUX VERSANTS TELLE QU'ELLE DEVRAIT ÊTRE DANS L'HYPOTHÈSE DE L'EXISTENCE RÉELLE D'UN LIMON DES HAUTS PLATEAUX.

- A. Couches quelconques de la série géologique : primaires, secondaires ou tertiaires.
- A' A''. Affleurement direct au sol des couches A.
- B. Limon des hauts plateaux.
- C. Limon des moyens et des bas niveaux.
- D. Limon moderne des pentes.

Alors, au lieu de la coupe figure 2, qui est celle que l'on devrait observer dans le cas de l'existence de deux limons d'âges différents, on

trouve une disposition tout autre sur les deux versants, que l'on peut représenter « *en gros* » comme l'indique la figure 3.

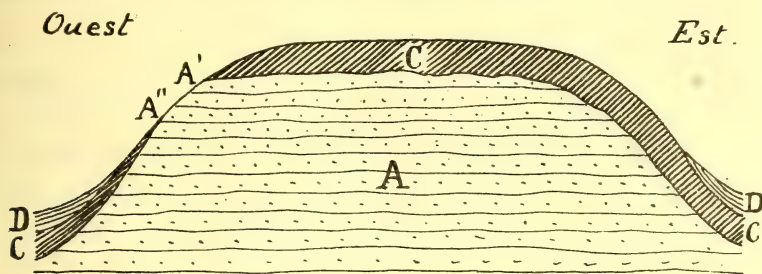


Fig. 3. — COUPE MONTRANT LA DISPOSITION RÉELLE DES LIMONS SUR LES DEUX VERSANTS DÉLIMITANT UN PLATEAU.

- A. Couches de la série géologique.
- A' A''. Affleurement des couches A sur le seul versant dirigé vers l'Ouest ou le Sud-Ouest.
- C. Couche continue de limon, simplement interrompue par l'affleurement A' A'', du côté Ouest, mais couvrant tout le versant dirigé vers l'Est, vers le Nord-Est ou vers le Nord.
- D. Limon moderne des pentes.

Comment se fait-il qu'une divergence de vues telle que nous venons de l'indiquer puisse exister sur une question de fait ?

La réponse se dégage d'elle-même lorsqu'on inscrit en deux colonnes les noms des géologues formant les deux camps.

On sait qu'en Belgique, la majeure partie des géologues ne se destinent pas au professorat ; dès lors, au lieu de se pénétrer des notions de géologie générale, les géologues font de l'exploration détaillée soit pour le levé de la Carte géologique, soit en vue d'accroître sans cesse la somme des connaissances et de préciser les légendes. Tel étudie spécialement une question, tel autre se consacre plus particulièrement à une autre, c'est-à-dire qu'il s'opère une spécialisation qui a pour résultat de créer deux groupes de géologues : ceux qui se livrent à l'exploration et au levé des terrains rocheux ou primaires et ceux qui exécutent les mêmes travaux dans les terrains crétacés et tertiaires.

Quant au Quaternaire, considéré comme la bouteille à l'encre de la géologie, il est généralement et également redouté des deux groupes.

Or, en Belgique, l'étude très détaillée des deux grandes divisions de terrains a amené les explorateurs à utiliser des modes de travail différents.

Dans la région primaire, à faible recouvrement quaternaire, la

majeure partie des affleurements se trouvent dans les vallées où s'observent les principales coupes plus ou moins continues. Sur les plateaux, on s'oriente par les carrières, les travaux de terrassements ou par les indices fournis par le terrain détritique.

Dès lors, tous les résultats sont obtenus par l'*observation directe*. Où l'on ne voit rien, l'observation perd ses droits.

Mais dans les moyenne et basse Belgique, il en est tout autrement.

Les vallées à versants, en pentes douces, ne montrent guère de grands affleurements significatifs, et l'horizontalité des couches n'est pas favorable à la constatation des superpositions.

Sur le plateau, c'est pis encore ; là les recouvrements de limon sont la règle, et ces couches présentent parfois des épaisseurs de 10 à 20 mètres.

Lorsqu'il existe dans le sous-sol des matières utilisables, il se creuse des exploitations qui viennent apporter la lumière ; mais à côté de ces régions privilégiées, combien en reste-t-il où aucune observation n'est possible ?

Que faire dans de pareilles circonstances ?

Deux moyens s'offrent pour arriver à savoir ce qui se passe en sous-sol.

Le premier, dont se contentent les « *observateurs directs* », est de s'armer de patience et d'attendre que l'on veuille bien ouvrir des exploitations, ou des tranchées, ou creuser des puits, pour noter alors les renseignements qu'ils fournissent et les accumuler jusqu'au moment où une synthèse peut être tentée.

Toutefois, par ces moyens sûrs, mais lents, le levé de certaines régions demanderait vingt à trente ans, et ils ne peuvent convenir dès que le levé complet de la carte géologique du pays doit être effectué en un temps relativement court, tel que douze ans, par exemple.

Heureusement, ce qui est impraticable pour la région rocheuse, devient facile lorsqu'il s'agit des terrains tendres, où l'on peut faire usage de la sonde.

Grâce à ce précieux instrument, le manteau limoneux peut non seulement être percé, mais aussi les couches sous-jacentes, et les échantillons qu'on en rapporte se laissent le plus souvent déterminer avec certitude.

Grâce à la sonde, l'absence ou la rareté des affleurements ne constituent plus un obstacle insurmontable au levé, car avec un bon matériel et un personnel exercé, toute exploration, même rapide, peut donner des résultats favorables.

De cette manière, comme il n'y a plus de limites étroites à l'observation, le géologue armé de la sonde s'enhardit et il s'attaque non seulement aux régions à affleurements, mais aussi à celles où il sait

d'avance qu'il n'y en a pas, à cause de l'orientation des versants. Et c'est ainsi qu'il porte son attention aux chemins creux sillonnant les plaines limoneuses, car il sait qu'en sondant au bas des talus il aura chance de rencontrer, à profondeur réduite, les terrains du sous-sol.

Habitué à sonder ainsi partout où il le croit nécessaire, le géologue ne bornant plus ses investigations aux seuls versants favorables, acquiert bien vite la notion de l'exacte disposition et de la nature des recouvrements limoneux, de la distribution des affleurements sur les versants dirigés vers le Sud-Ouest, grâce aux fortes pluies chassées par les vents dominants, qui délavent les dépôts superficiels friables, et de l'absence de ces affleurements sur les versants dirigés vers le Nord-Est.

Il reconnaît aussi que, quelle que soit l'altitude du plateau au-dessus du fond des vallées, la même disposition se présente, et que pour des dénivellations de 10 mètres comme pour d'autres de 60 à 100 mètres, la zone des affleurements se présente sur le versant Ouest, tandis que le recouvrement limoneux continu s'étend imperturbablement sur le versant opposé, lorsque les pentes sont douces.

Il est en effet tout naturel que, sur les pentes très rapides, ou verticales, les dépôts limoneux ne peuvent subsister indéfiniment dans aucune direction.

C'est donc avec un grand étonnement que les géologues sondeurs ont vu le regretté A. Briart, observateur direct, faire revivre la théorie surannée du « limon des hauts plateaux » qu'ils croyaient abandonnée depuis longtemps comme contraire aux faits établis.

Pour ce qui me concerne, je n'oublierai jamais l'impression de vide et de désappointement que m'a laissée l'excursion des membres du Conseil de direction de la Carte géologique, aux environs de Morlanwelz, conduite par A. Briart, pour démontrer l'existence du limon des hauts plateaux.

Nous n'y avons vu que des faits bien connus et sans valeur démonstrative.

Des recherches spéciales que j'ai effectuées plus tard entre Binche et Morlanwelz, dans une région très nette de hauts plateaux d'après A. Briart, m'ont encore partout démontré le manque complet de fondement de la théorie.

C'est même cette région qui m'a fourni le premier argument direct contre la manière de voir des partisans des vues de Briart.

Parti du fond de la vallée de la Haine, au Moulin de Haine-Saint-Pierre (cote 80), où, dans un chemin creux, à quelques mètres au-dessus des eaux de la rivière, on rencontre *in situ* un magnifique gisement de silex éolithique et paléolithique chelléen, recouvert de

limon, nous avons gravi la pente douce menant à la crête que suit la route de Binche à Anderlues, vers la 21^e borne, à la cote 182 (cote maximum 192 à la 22^e borne).

Aux altitudes basses, c'est l'ergeron du Flandrien qui recouvre d'abord le cailloutis à industries humaines, puis le limon argileux hesbayen vient s'intercaler sous l'ergeron, pour s'étendre à son tour sur le cailloutis à silex taillés.

Dans les tranchées de la gare de Leval-Trahegnies (cote 115), la superposition de l'ergeron sur le Hesbayen, qui m'avait d'abord été si nettement montrée par M. Ladrière, de Lille, est encore admirablement visible.

A partir du village de Leval, la pente, très faible jusque-là, s'accroît et l'ergeron disparaît; mais le Hesbayen continue à s'élever le long du versant en diminuant d'épaisseur à cause du délavage.

Vers la cote 135 apparaissent, sous le Hesbayen, de faibles affleurements d'Ypresien, puis, plus haut, vers la cote 175, se montrent directement les sables bruxelliens.

Mais presque aussitôt le plateau commence et, avec lui, le recouvrement du prétendu limon des hauts plateaux.

Vu par un géologue connaissant les limons, ce dernier est tout bonnement la continuation du manteau de limon hesbayen, interrompu par l'affleurement bruxellien vers le haut de la pente; mais où les choses commencent à devenir intéressantes, c'est lorsqu'en cherchant à la base du fameux limon des hauts plateaux visible à plus de 100 mètres au-dessus du fond de la vallée, dans deux excavations, le long d'un lit caillouteux à peine perceptible reposant sur le sable bruxellien, on rencontre tout un ensemble d'éclats de taille avec bulbe de percussion et d'instruments en silex, parmi lesquels on distingue immédiatement des haches en amande de pur type chelléen et d'autres outils de même âge.

Or mes recherches ont définitivement démontré que l'industrie chelléenne est contemporaine de la faune du Mammouth et de notre terme stratigraphique *Campinien*, déposé immédiatement au fond des vallées aussitôt après leur creusement maximum.

Voilà donc des instruments datant du remplissage de l'*extrême fond des vallées*, et par conséquent du Quaternaire moyen, qui se retrouvent aussi à 100 mètres plus haut, à la base du prétendu limon des hauts plateaux, supposé déposé tout au commencement du Quaternaire, avant le creusement des vallées!

Or, on sait que c'est le limon hesbayen qui, chronologiquement,

recouvre directement les couches à industries chelléenne et acheuléenne ; c'est donc tout simplement ce même Hesbayen que l'on rencontre sur le haut plateau, avec tous ses caractères, mais dont la continuité a été rompue par suite du délavage sur les pentes causé par un phénomène *actuel*.

J'ai voulu, du reste, aussi me rendre compte de l'inexistence du limon des hauts plateaux en quantité d'autres points de la Belgique, et notamment le long des rives de la vallée de la Meuse.

J'ai choisi, notamment, la région du confluent de la Méhaigne et de la Meuse, spécialement favorable à l'étude, attendu que, partant du point culminant au hameau de Surlemez, à la cote 215, on peut descendre *en pente douce* et dans la direction Est-Nord-Est, vers Moha ou vers Wanze, à la cote 75 (dénivellation : 140 mètres).

Abordant le haut plateau de Surlemez par Andenne, c'est-à-dire par le Sud-Ouest, et après avoir constaté la présence de la terrasse moyenne de la vallée de la Meuse, avec son épais cailloutis de base à industrie reutélienne, situé vers 40 mètres au-dessus du niveau actuel du fleuve, cailloutis recouvert lui-même de glaise moséenne verte, parfaitement caractérisée, sur laquelle s'étend le limon hesbayen, on atteint bientôt, à partir de la cote 150, le versant rapide exposé à l'Ouest et présentant partout des affleurements directs de terrain houiller jusqu'au sommet, couvert de petits galets de quartz blanc bien connus et que nous rapportons à l'Oligocène.

Mais si l'on s'engage dans la direction même du plateau, c'est-à-dire vers le Nord-Est, on voit le limon quaternaire apparaître et se développer.

Les affleurements directs de ce limon sont décalcifiés et transformés en terre à briques, et si l'on sonde, dès que l'épaisseur du limon dépasse 1^m50, la décalcarisation cesse et le facies normal argileux grisâtre du Hesbayen typique se montre bien reconnaissable.

En continuant le sondage, on ne tarde pas à rencontrer le cailloutis de quartz blanc oligocène empâté dans de l'argile grise et du sable blanc, de même âge.

Au sommet de la pente rapide descendant vers la Meuse, le limon est souvent délavé dans les petites ondulations offrant un versant dirigé vers le Sud-Ouest, et l'on voit apparaître alors au sol soit des argiles oligocènes, soit les cailloux de quartz blanc.

Aux points où les cailloux blancs forment la base de l'Oligocène, on remarque qu'ils sont mêlés à de gros rognons de silex gris, seuls vestiges de couches crétacées qui se sont étendues primitivement à la surface du soubassement primaire.

Au hameau de Sur-les-Trixhes, nous sommes à la cote 180 (soit 55 mètres sous la cote la plus élevée), en plein limon hesbayen; mais, grâce à un petit plateau se dirigeant vers le Sud, nous pouvons observer, dans le talus du chemin longeant le *versant Ouest* rapide, descendant vers le Fond-des-Rys, un bon affleurement du *cailloutis de la terrasse supérieure* de la vallée de la Meuse, formé de cailloux roulés de roches de la Meuse, auxquels se mêlent de nombreux petits galets de quartz blanc oligocènes, dont le gisement est un peu plus élevé.

Nous nous trouvons donc ici à l'extrême biseau extérieur de la terrasse supérieure de la vallée de la Meuse, qui, comme on le sait, commence à se dessiner à partir de 90 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux du fleuve (niveau de l'eau : cote 73; commencement de la haute terrasse : cote 165). Dans la région considérée, les cailloux de la haute terrasse — que je considère comme d'âge pliocène moyen — s'élèvent donc à 15 mètres sur la terrasse, c'est-à-dire au moins jusqu'à la cote 180.

A partir de Sur-les-Trixhes, vers Couthuin et Lavoir, vers Moha ou vers Wanze, à toutes les altitudes depuis 180 jusqu'au niveau de la Meuse (cote 70 environ), on se trouve partout en plein manteau limoneux continu, ne laissant apercevoir nulle part le sous-sol, mais permettant parfois d'observer, dans des ondulations secondaires à versants tournés vers le Sud-Ouest, des affleurements du cailloutis soit de la haute terrasse de 90 mètres, soit de la terrasse moyenne de 40 à 65 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux.

De bons exemples de cailloutis de la moyenne terrasse, recouverts par la glaise moséenne, se voient vers Lamalle (1 kilomètre Ouest de Bas-Oha), cote 145.

Nous ajouterons que, dans la vallée de la Meuse, comme dans toutes les autres vallées, la glaise moséenne garnit les pentes douces depuis la moyenne jusque la basse terrasse. C'est ainsi que de bons affleurements de glaise sur cailloutis se voient dans les talus de la route unissant la gare de Bas-Oha à Oha (cotes 110-115 et 85-90).

Il en est de même à l'Ouest de Wanze, au croisement de la grand'-route de Wavre à Huy et du chemin de Moha à Wanze, où l'on voit, en partant du haut :

- | | |
|--|---------------------------------------|
| A. Limon argileux hesbayen altéré et transformé
en terre à briques | 1 ^m 00 à 3 ^m 00 |
| B. Cailloutis supérieur du Moséen | 1.00 à 4.50 |
| C. Glaise verdâtre moséenne | 1.00 à 1.50 |
| D. Cailloutis base du Moséen, à gros éléments, des
roches de la Meuse et silex très rares . . . | 1.00 à 2.00 |
| E. Schiste houiller. | |

Nous venons donc d'établir l'existence d'un manteau de limon continu sur la pente douce dirigée du Sud-Ouest vers le Nord-Est, entre Surlemez et Moha ou Wanze, s'étendant de la cote 215 à la cote 75, ce manteau ayant été préservé, dans cette région, à cause de la pente douce et de la situation sur un versant dirigé en sens opposé à celui sur lequel s'effectue le délavage intense dû à l'action des pluies d'orage chassées par les vents du Sud-Ouest.

Mais ce n'est pas tout.

Il est aisé, surtout par sondages, de voir qu'ici comme ailleurs, le manteau limoneux n'est pas uniforme, mais qu'il se compose au contraire de deux manteaux superposés, dont l'inférieur surtout est continu, tandis que le supérieur comporte plus de solutions de continuité, pour des raisons faciles à expliquer.

En effet, si l'on suit la crête de partage des vallées de la Meuse et de la Méhaigne partant de « Sur-les-Trixhes » et s'abaissant graduellement jusqu'au confluent, en passant à mi-chemin entre Moha et Wanze, on remarque qu'à toute altitude on peut constater par sondages — en l'absence de chemins creux ou d'exploitations quelconques — la succession suivante, de haut en bas :

1. Limon brun foncé gras, argileux, non calcaire (terre à briques) 1^m00 à 1^m50
2. Limon brun clair, calcaireux, fin, friable, homogène 1.00 à 3.00
3. Limon grisâtre, stratifié, avec zones argileuses épaisses séparées par des lentilles sableuses 1.00 à 4.00
4. Cailloux, soit de la terrasse supérieure, soit de la terrasse moyenne, soit du versant entre la terrasse moyenne et la basse terrasse.

Or, les géologues ayant la connaissance des limons pour les avoir étudiés dans toutes les parties du pays et surtout dans la moyenne et dans la basse Belgique, reconnaissent aisément dans ces superpositions celle qu'ils sont habitués à voir partout, c'est-à-dire la superposition du *limon brabantien*, d'origine éolienne, poussiéreux, homogène, surmonté de sa zone décalcifiée et transformée en terre à briques, sur le *limon hesbayen* d'origine aqueuse, stratifié, argileux, de couleur grise dans la profondeur.

De sorte qu'au lieu d'un limon spécial, distinct, qui serait celui des hauts plateaux, nous voyons, à toute hauteur, sans discontinuité, une superposition régulière de deux limons très bien connus, qui se retrouve dans tout le reste du pays.

D'ailleurs, si la théorie du limon des hauts plateaux était exacte, il est évident qu'entre le haut plateau bordant la rive gauche de la Meuse et les rives de la Senne, vers Bruxelles, cote 15, nous devrions trouver d'abord, sur le haut plateau, un recouvrement de limon, puis entre Waremmes et Landen, aux altitudes intermédiaires, une vaste zone dépourvue de limon, puis de Landen à Bruxelles, une seconde zone limoneuse, nettement séparée de la première ou du haut plateau par la zone privée de limon.

Or, nous qui avons précisément effectué le levé d'une grande partie de la zone d'altitude moyenne qui devrait être dépourvue de limon, nous savons au contraire que nous sommes là en pleine Hesbaye, où le recouvrement limoneux, partout épais, peut atteindre 20 mètres de puissance.

D'après la théorie du limon des hauts plateaux, il serait aisé de fixer d'avance la cote minimum ou de base du limon des hauts plateaux en dessous de laquelle devrait s'étendre sur une vaste zone l'affleurement continu du sous-sol.

Supposons une ligne de coupe réunissant Bruxelles et Liège.

Un peu au Nord de Liège, vers Wandre, la Meuse coule à la cote 55.

De la cote 60 à la cote 80 s'élève lentement la basse terrasse, puis commence la pente rapide, de 80 à 130, à partir de laquelle s'étend la moyenne terrasse.

De 135 à 190, nouvelle pente rapide qui conduit au haut plateau, entre Vottem et Rocour.

Au fort de Lantin, on se trouve à la cote 160, et les sondages exécutés pour la construction du fort ont permis de constater l'existence de 15 mètres de limon.

Si de 160 on retranche 15, on obtient 145, qui concorde donc très approximativement avec la cote de la *base horizontale* du limon des hauts plateaux.

Donc sur une zone étendue, entre la cote 145 et celle supérieure où ont pu s'élever les limons inférieurs plus récents, — les partisans du limon des hauts plateaux se gardent bien de fournir cette cote, — admettons la cote 120, par exemple, ce qui nous donne 25 mètres de différence, nous allons devoir rencontrer des régions bénies du géologue, où le sous-sol va s'offrir partout à nos regards et nous permettre des observations admirables.

Malheur! Partout entre les cotes 145 et 120, et aussi à toutes les altitudes inférieures, nous rencontrons, non des affleurements du

sous-sol, mais des épaisseurs de limon de 10 à 20 mètres, et c'est précisément au beau milieu de la zone prétendument la plus favorable que se trouve le fameux territoire de la planchette de Montenaeken où, sur 8,000 hectares, M. E. Van den Broeck et moi avons eu toutes les peines du monde à observer six affleurements, sablières comprises!

Sur les territoires environnants, il y a un peu plus d'affleurements, dus au réseau de petites vallées dont les versants tournés vers le Sud-Ouest ont été délavés du manteau limoneux.

Partout aussi, dans ces régions, comme dans les autres, la superposition du *limon brabantien* sur le *limon hesbayen* est une règle qui ne souffre pas d'exceptions.

Nous pourrions multiplier les exemples.

Rappelons seulement les résultats du levé géologique détaillé des collines des Flandres, qui s'élèvent de la cote 15 à la cote 155 et sur les versants Nord et Est desquelles le manteau continu de limon hesbayen a été constaté, s'étendant au moins jusque la cote 140, sans pouvoir affirmer qu'il n'est pas monté plus haut, les sommets pointus des collines ayant toujours été fortement délavés.

Tout ce qui vient d'être dit est assez suggestif pour rendre bien invraisemblable la théorie surannée du limon des hauts plateaux.

Une découverte faite depuis longtemps dans la vallée du Rhin, mais qui ne s'était guère ébruitée en dehors du cercle des préhistoriens, vient lui donner le coup de grâce.

Il y a environ trente ans (en 1875), l'anatomiste A. Ecker a signalé la découverte d'ossements fossiles et de silex taillés à Munzingen, dans la vallée du Rhin.

A l'extrémité Sud du Tuniberg, à une centaine de mètres au-dessus du niveau actuel des eaux du fleuve et à la base d'un talus de *læss* de 4 mètres de hauteur, se montrèrent des restes d'animaux, des silex taillés et quelques os travaillés, avec traces de foyers.

Les restes d'animaux purent être déterminés comme appartenant principalement au Renne, et les silex taillés montrèrent l'existence d'une industrie se rapprochant du Magdalénien de G. de Mortillet.

Le *læss* brun pâle, pur, non stratifié, surmonté de limon brun, argileux, hétérogène ou limon moderne des pentes avec industrie néolithique, *læss* qui recouvre, ou plutôt qui renferme le niveau archéologique d'âge paléolithique, est le même que celui observé dans la vallée du Danube aux environs de Krems; c'est le limon d'origine éolienne.

Et voilà donc, à 100 mètres au-dessus du niveau du Rhin, dans un limon qui certes se trouve sur le haut plateau, que l'on constate l'existence d'un gisement à faune du Renne, représentant l'un des niveaux les plus élevés du Paléolithique et que l'on rencontre dans bon nombre de nos cavernes.

Comment concilier l'âge très ancien à donner, selon les idées de A. Briart, à ce *læss* de haut plateau d'âge relativement très récent du gisement de Munzingen?

La réponse est qu'il ne faut chercher à rien concilier; le limon est de l'âge indiqué par la faune et par l'industrie, toutes deux concordantes, qu'il renferme; dès lors, il est simplement l'équivalent de notre limon brabantien, qui certes n'a rien de commun, comme âge, avec le limon soi-disant préglaciaire, dit des hauts plateaux.

Espérons qu'après les preuves de la non-existence d'un limon propre aux hauts plateaux et d'âge très ancien, le silence s'étendra définitivement sur ce terme, dont l'introduction dans la science et dans la légende d'une carte géologique n'aurait jamais dû être proposée.

Vu l'encombrement de l'ordre du jour de la séance, et d'accord avec le Bureau, M. SIMOENS remet à plus tard sa communication, très développée, sur la *Tectonique de la vallée de la Senne*.

L'Assemblée passe au travail de M. DE MONTESSUS DE BALLORE, intitulé : **Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique.**

Ce travail, qui a été imprimé et distribué en épreuve préalable à la séance, aux membres que le sujet concerne plus particulièrement, sera publié dans les *Mémoires*.

L'ordre du jour appelle ensuite deux communications de M. F. HALET, qui développe successivement les deux sujets pour lesquels il s'est fait inscrire, mais qui ne pourra compléter son second travail que pour l'impression dans les *Mémoires* de 1905.

Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul), par F. HALET, ingénieur agricole, membre de la Commission géologique de Belgique. (Voir planche C des *Procès-Verbaux*.)

Le puits artésien du Gros-Tilleul, situé non loin de la nouvelle tour japonaise, a été foré par M. J. Delecourt-Wincqz en 1903-1904.

L'orifice du puits se trouve à la cote 57 au-dessus du niveau de la

mer, et le dernier échantillon a été prélevé à la profondeur de 185^m45.

Les échantillons provenant du forage ont été envoyés au Musée d'histoire naturelle, où M. Rutot a bien voulu nous permettre de les examiner et de les déterminer.

Les échantillons recueillis sont au nombre de cent quatre-vingt-treize et ont été prélevés au moins à tous les mètres de profondeur, certains même tous les 50 centimètres.

Comme ils n'étaient accompagnés d'aucune coupe, nous en avons fait le relevé et la description, en nous basant sur les profondeurs indiquées sur les flacons.

Nous donnons, dans les tableaux ci-après, la description de ces échantillons.

Cette longue coupe peut se résumer dans la description sommaire suivante :

		Épaisseur.	Cote de la base.
		—	—
LIMON HESBAYEN, 7 mètres.	{ Limon jaune brunâtre, friable	7.00 mètres	+ 50
LEDIEN, 6 mètres.	{ Sable fin, grisâtre, avec petits débris de grès	6.00 —	+ 44
LAEKENIEN, 4 mètres.	{ Sable et graviers avec débris de co- quilles	4.00 —	+ 40
PANISELIEN, 19 mètres.	{ <i>P1d-c</i> Sables grossiers, argiles sableuses et argiles	9.50 —	
	{ <i>P1m</i> Argile grise schistoïde	9.50 —	+ 21
YPRESIEN, 79.5 mètres.	{ <i>Yd</i> Sable très fin, avec lentilles argi- leuses	26.00 —	- 5
	{ <i>Yc</i> Argile plastique grise et argile légère- ment sableuse.	53.5 —	- 58.5
LANDENIEN, 29.8 mètres.	{ <i>L1d-c</i> Sable demi-fin verdâtre et argiles sableuses avec débris de psammites .	29.5 —	
	{ <i>L1a</i> Gravier de silex roulés	0.30 —	- 88.3
CRÉTACIQUE, 27.20 mètres.	{ <i>Cp3c</i> Craie blanche avec silex noirs . .	16.7 —	
	{ <i>Cp3a</i> Craie grossière grise à silex noirs.	10.5 —	- 115.5
CAMBRIEN- DEVILLIEN, 11.95 mètres.	{ Quartz blanc, quartzites, quartzophyl- lades et grès rouges avec argiles d'al- tération	11.95 —	- 127.45

Coupe du puits artisan de Laeken Gros-Tilleul, foré en 1905-1904.

(Cote de l'orifice + 57 mètres.)

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS traversés (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
1	Limons jaunes brunâtres, friables, altérés.	De 0.00 à 1.00	1.00	+ 56	Brabantien (<i>Q3n</i>). . . .	7.00	(QUATERNAIRE : 7 mètres.
2	Idem, très friable.	1.00 à 2.00	1.00	+ 55			
3	Limons sableux, gris jaunâtre, poussiéreux.	2.00 à 5.00	3.00	+ 52			
4	Idem.	5.00 à 6.00	1.00	+ 51			
5	Idem.	6.00 à 7.00	1.00	+ 50			
6	Sable fin, gris jaunâtre, calcaireux, fossilifère (débris d' <i>Ostrea</i>).	7.00 à 8.00	1.00	+ 49	Lédien (<i>Le</i>). . . .	6.00	
7	Sable fin, gris blanchâtre, calcaireux, avec petits débris de grès.	8.00 à 9.00	1.00	+ 48			
8	Idem.	9.00 à 10.00	1.00	+ 47			
9	Idem.	10.00 à 11.00	1.00	+ 46			
10	Idem.	11.00 à 12.00	1.00	+ 45			
11	Idem.	12.00 à 13.00	1.00	+ 44			
12	Sable demi-fin, blanchâtre, avec petits						

				Lackenien (<i>Lk</i>)	
14	Idem	14.00 à 15.00	1.00	+ 42	4.00
15	Graviers transparents et translucides avec nombreuses coquilles roulées (<i>Ostrea</i> , <i>Nummulites levigata</i> et <i>sabra</i> et <i>Pecten</i>).	15.00 à 16.00	1.00	+ 44	
16	Sable gris jaunâtre, avec petits graviers, grès et Nummulites roulées	16.00 à 16.50	0.50	+ 40.50	
17	Argile légèrement sableuse, jaune verdâtre, avec une concrétion ferrugineuse	16.50 à 17.00	0.50	+ 40	
18	Argile un peu sableuse, verdâtre, avec débris de grès	17.00 à 18.50	1.50	+ 38.5	
19	Sable grossier argileux, vert foncé . .	18.50 à 19.25	0.75	+ 37.75	
20	Sable graveleux avec quelques Nummulites roulées (*)	19.25 à 19.75	0.50	+ 37.25	
21	Sable demi-fin, très glauconifère. . .	19.75 à 20.00	0.25	+ 37	
22	Argile plastique grise, légèrement schistoidale	20.00 à 21.50	1.50	+ 35.50	
23	Argile légèrement sableuse, gris verdâtre, glauconifère	21.50 à 22.50	1.00	+ 34.50	19.00
24	Argile grise plastique, glauconifère . .	22.50 à 24.00	1.50	+ 32.00	
25	Argile légèrement sableuse, glauconifère.	24.00 à 25.00	1.00	+ 32.00	
26	Idem	25.00 à 26.00	1.00	+ 31.00	
		26.00 à 26.50	0.50	+ 30.50	

(*) Cet échantillon a dû être mal recueilli; les Nummulites proviennent du gravier laekienien.

Coupe du puits artésien de Laeken Gros-Tilleul, foré en 1905-1904.

(Cote de l'orifice + 57 mètres.)

276

NOMBRE des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	TERRAINS traversés (âge).
1	Limon jaune brunâtre, friable, altéré. . .	De 0.00 à 1.00	1.00	+ 56	Brabantien (<i>Q3n</i>). . . .	7.00	QUATENAIRE : 7 mètres.
2	Idem, très friable	1.00 à 2.00	1.00	+ 55			
3	Limon sableux, gris jaunâtre, poussie- reux	2.00 à 5.00	3.00	+ 52			
4	Idem	5.00 à 6.00	1.00	+ 51			
5	Idem	6.00 à 7.00	1.00	+ 50			
6	Sable fin, gris jaunâtre, calcaireux, fossi- lifère (débris d' <i>Ostrea</i>)	7.00 à 8.00	1.00	+ 49	Lédien (<i>Le</i>)	6.00	
7	Sable fin, gris blanchâtre, calcaireux, avec petits débris de grès	8.00 à 9.00	1.00	+ 48			
8	Idem	9.00 à 10.00	1.00	+ 47			
9	Idem	10.00 à 11.00	1.00	+ 46			
10	Idem	11.00 à 12.00	1.00	+ 45			
11	Idem	12.00 à 13.00	1.00	+ 44			
12	Sable demi-fin, blanchâtre, avec petits graviers transparents et translucides, débris de coquilles, une petite dent de requin	13.00 à 14.00	1.00	+ 43	Laekénien (<i>Lk</i>)	4.00	
13	Sable demi-fin, blanchâtre, avec petits graviers, grès et coquilles roulées (débris d' <i>Ostrea</i>), <i>Nummulites levigata</i> et <i>scabra</i>	14.00 à 15.00	1.00	+ 42			
14	Idem	15.00 à 16.00	1.00	+ 41			
15	Graviers transparents et translucides avec nombreuses coquilles roulées (<i>Ostrea</i> , <i>Nummulites levigata</i> et <i>scabra</i> et <i>Pecten</i>).	16.00 à 16.50	0.50	+ 40.50			
16	Sable gris jaunâtre, avec petits graviers, grès et <i>Nummulites</i> roulées	16.50 à 17.00	0.50	+ 40			
17	Argile légèrement sableuse, jaune ver- dâtre, avec une concrétion ferrugi- neuse	17.00 à 18.50	1.50	+ 38.5			
18	Argile un peu sableuse, verdâtre, avec débris de grès	18.50 à 19.25	0.75	+ 37.75			
19	Sable grossier argileux, vert foncé . .	19.25 à 19.75	0.50	+ 37.25			
20	Sable graveleux avec quelques <i>Nummu- lites</i> roulées (*)	19.75 à 20.00	0.25	+ 37			
21	Sable demi-fin, très glauconifère. . .	20.00 à 21.50	1.50	+ 35.50	Panisélien (<i>P1d-c</i> : 9m50) .	19.00	
22	Argile plastique grise, légèrement schis- toïde	21.50 à 22.50	1.00	+ 34.50			
23	Argile légèrement sableuse, gris verdâtre, glauconifère	22.50 à 24.00	1.50	+ 32.00			
24	Argile grise plastique, glauconifère . .	24.00 à 25.00	1.00	+ 32.00			
25	Argile légèrement sableuse, glauconifère.	25.00 à 26.00	1.00	+ 31.00			
26	Idem	26.00 à 26.50	0.50	+ 30.50			

(*) Cet échantillon a dû être mal recueilli; les *Nummulites* proviennent du gravier laekénien.

PROCES-VERBAUX.

SEANCE DU 30 DECEMBRE 1904.

277

(*) Cet échantillon a dû être mal recueilli; les *Nummulites* proviennent du gravier laekénien.

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS traversés (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
27	Argile plastique grise	De 26.50 à 27.00	0.50	+ 30.00	Paniselien. (P1m : 9m50) .	19.00	
28	Idem	27.00 à 28.00	1.00	+ 29.00			
29	Idem, schistoïde	28.00 à 29.00	1.00	+ 28.00			
30	Argile plastique schistoïde, gris bleuâtre.	29.00 à 30.00	1.00	+ 27.00			
31	Idem	30.00 à 31.00	1.00	+ 26.00			
32	Argile plastique grise	31.00 à 32.00	1.00	+ 25.00			
33	Idem	32.00 à 33.00	1.00	+ 24.00			
34	Argile schistoïde grise	33.00 à 35.00	2.00	+ 22.00			
35	Sable fin avec impuretés et <i>Nummulites</i> <i>scabra</i> (*).	35.00 à 35.50	0.50	+ 21.50			
36	Argile grise schistoïde	35.50 à 36.00	0.50	+ 21.00			
37	Sable fin, jaune verdâtre	36.00 à 39.00	3.00	+ 18.00			
38	Argile grise légèrement sableuse.	39.00 à 41.00	2.00	+ 16.00			
39	Sable fin légèrement argileux, gris jau- nâtre	41.00 à 43.00	2.00	+ 14.00			
40	Sable très fin, jaune verdâtre, un peu micacé	43.00 à 44.00	1.00	+ 13.00			
41	Argile grise						

	vertâtre	43.00 à 40.00	1.00	+ 11.00	
43	Idem	46.00 à 47.00	1.00	+ 10.00	
44	Sable fin argileux, avec paillettes de mica.	47.00 à 48.00	1.00	+ 9.00	
45	Argile sableuse gris jaunâtre	48.00 à 49.00	1.00	+ 8.00	
46	Idem	49.00 à 50.00	1.00	+ 7.00	Ypresien (Yd : 26 m.).
47	Argile un peu sableuse, gris jaunâtre	50.00 à 51.00	1.00	+ 6.00	
48	Sable fin légèrement argileux, jaune verdâtre	51.00 à 52.00	1.00	+ 5.00	
49	Idem, très légèrement argileux, jaune verdâtre	52.00 à 53.00	1.00	+ 4.00	
50	Idem, grisâtre	53.00 à 54.00	1.00	+ 3.00	
51	Sable fin, verdâtre, d'aspect sale.	54.00 à 55.00	1.00	+ 2.00	
52	Idem	55.00 à 56.00	1.00	+ 1.00	
53	Sable fin, verdâtre	56.00 à 57.00	1.00	0 00	
54	Sable fin, argileux, verdâtre	57.00 à 58.00	1.00	— 1.00	
55	Idem, moins argileux	58.00 à 59.00	1.00	— 2.00	
56	Sable fin, grisâtre	59.00 à 60.00	1.00	— 3.00	
57	Sable fin avec linéoles argileuses, verdâtre	60.00 à 61.00	1.00	— 4.00	
58	Sable très fin, jaune verdâtre.	61.00 à 62.00	1.00	— 5.00	

(*) Cet échantillon a dû être mal recueilli; les Nummulites proviennent du gravier laekenien.

NOMBRE des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS		TERRAINS traversés (éq.).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
27	Argile plastique grise	De 26.50 à 27.00	0.50	+ 30 00	Panisélien. (P ₁ m : 9=50) .	19.00	53=50 (suite). TERTIAIRE
28	Idem	27.00 à 28 00	1.00	+ 29.00			
29	Idem, schistoïde	28.00 à 29.00	1.00	+ 28 00			
30	Argile plastique schistoïde, gris bleuâtre.	29.00 à 30 00	1.00	+ 27.00			
31	Idem	30.00 à 31.00	1.00	+ 26.00			
32	Argile plastique grise	31.00 à 32 00	1.00	+ 25.00			
33	Idem	32.00 à 33 00	1.00	+ 24.00			
34	Argile schistoïde grise	33.00 à 35.00	2.00	+ 22 00			
35	Sable fin avec impuretés et <i>Nummulites</i> <i>scabra</i> (*).	35.00 à 35.50	0.50	+ 21.50			
36	Argile grise schistoïde	35.50 à 36.00	0.50	+ 21.00			
37	Sable fin, jaune verdâtre	36.00 à 39.00	3.00	+ 18 00			
38	Argile grise légèrement sableuse.	39.00 à 41.00	2.00	+ 16.00			
39	Sable fin légèrement argileux, gris jau- nâtre	41.00 à 43.00	2.00	+ 14.00			
40	Sable très fin, jaune verdâtre, un peu micacé	43.00 à 44 00	1.00	+ 13.00			
41	Argile grise	44.00 à 45.00	1.00	+ 12.00			
42	Argile grise, un peu sableuse, jaune verdâtre	45.00 à 46.00	1.00	+ 11.00	Ypresien (Y _d : 26 m.).		
43	Idem	46.00 à 47.00	1.00	+ 10.00			
44	Sable fin argileux, avec paillettes de mica.	47.00 à 48.00	1.00	+ 9.00			
45	Argile sableuse gris jaunâtre.	48.00 à 49.00	1 00	+ 8.00			
46	Idem	49.00 à 50.00	1 00	+ 7.00			
47	Argile un peu sableuse, gris jaunâtre	50.00 à 51.00	1.00	+ 6.00			
48	Sable fin légèrement argileux, jaune ver- dâtre	51.00 à 52.00	1 00	+ 5.00			
49	Idem, très légèrement argileux, jaune verdâtre	52.00 à 53.00	1 00	+ 4 00			
50	Idem, grisâtre	53.00 à 54.00	1.00	+ 3 00			
51	Sable fin, verdâtre, d'aspect sale.	54.00 à 55.00	1.00	+ 2 00			
52	Idem	55.00 à 56.00	1.00	+ 1 00			
53	Sable fin, verdâtre	56.00 à 57 00	1.00	0 00			
54	Sable fin, argileux, verdâtre	57.00 à 58.00	1.00	— 1.00			
55	Idem, moins argileux	58.00 à 59.00	1.00	— 2.00			
56	Sable fin, grisâtre	59.00 à 60.00	1 00	— 3.00			
57	Sable fin avec linéoles argileuses, ver- dâtre	60 00 à 61.00	1 00	— 4 00			
58	Sable très fin, jaune verdâtre.	61.00 à 62.00	1 00	— 5 00			

(*) Cet échantillon a dû être mal recueilli; les *Nummulites* proviennent du gravier laetienien.

NOMBRE des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS (âge). traversés (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
59	Argile sableuse verdâtre	De 62.00 à 63.00	1.00	— 6.00			
Manque	<i>Échantillon manqué</i>	63.00 à 64.00	1.00	— 7.00			
60	Argile sableuse verdâtre	64.00 à 65.00	1.00	— 8.00			
61	Idem	65.00 à 66.00	1.00	— 9.00			
62	Idem	66.00 à 67.00	1.00	— 10.00			
63	Idem	67.00 à 68.00	1.00	— 11.00			
64	Argile sableuse, jaune verdâtre	68.00 à 69.00	1.00	— 12.00			
65	Idem	69.00 à 70.00	1.00	— 13.00			
66	Argile légèrement sableuse	70.00 à 71.00	1.00	— 14.00			
67	Argile plastique grise	71.00 à 72.00	1.00	— 15.00			
68	Idem	72.00 à 73.00	1.00	— 16.00			
69	Argile très légèrement sableuse, grise	73.00 à 74.00	1.00	— 17.00			
70	Idem						
71	Argile plastique grise	74.00 à 75.00	1.00	— 18.00			
72	Idem	75.00 à 76.00	1.00	— 19.00			
73	Idem	76.00 à 77.00	1.00	— 20.00			

		80.00 à 81.00	1.00	— 24.00	Ypresien (Yc 53.5).	79.50
77	Argile plastique avec linéole sableuse .	80.00 à 81.00	1.00	— 24.00		
78	Argile plastique grise					
79	Argile plastique, gris bleuâtre	81.00 à 84.00	3.00	— 27.00		
80	Argile sableuse, gris verdâtre.					
81	Argile légèrement sableuse, verdâtre	84.00 à 85.00	4.00	— 28.00		
82	Argile sableuse brunâtre					
83	Idem	85.00 à 87.00	2.00	— 30.00		
84	Argile plastique grise					
85	Idem	87.00 à 88.00	4.00	— 31.00		
86	Sable argileux, jaune verdâtre					
87	Idem	88.00 à 89.00	4.00	— 32.00		
88	Argile plastique grise					
89	Idem	89.00 à 89.50	0.50	— 32.50		
90	Sable très légèrement argileux, verdâtre, avec petites paillettes de mica					
91	Argile avec lentilles sableuses	89.50 à 90.00	0.50	— 33.00		
92	Argile plastique grise					
93	Idem	90.00 à 91.00	4.00	— 34.00		
94	Idem	91.00 à 92.00	4.00	— 35.00		
95	Idem	92.00 à 93.00	4.00	— 36.00		
96	Argile un peu sableuse, brunâtre	93.00 à 94.00	4.00	— 37.00		

TERTIAIRE : 138m30 (s)

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERREINS traversés (âge.)
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
59	Argile sableuse verdâtre	De 62.00 à 63.00	1.00	— 6.00			
Manque	Échantillon manqué	63.00 à 64.00	1.00	— 7.00			
60	Argile sableuse verdâtre	64.00 à 65.00	1.00	— 8.00			
61	Idem	65.00 à 66.00	1.00	— 9.00			
62	Idem	66.00 à 67.00	1.00	— 10.00			
63	Idem	67.00 à 68.00	1.00	— 11.00			
64	Argile sableuse, jaune verdâtre	68.00 à 69.00	1.00	— 12.00			
65	Idem	69.00 à 70.00	1.00	— 13.00			
66	Argile légèrement sableuse	70.00 à 71.00	1.00	— 14.00			
67	Argile plastique grise	71.00 à 72.00	1.00	— 15.00			
68	Idem	72.00 à 73.00	1.00	— 16.00			
69	Argile très légèrement sableuse, grise .	73.00 à 74.00	1.00	— 17.00			
70	Idem	74.00 à 75.00	1.00	— 18.00			
71	Argile plastique grise	75.00 à 76.00	1.00	— 19.00			
72	Idem	76.00 à 77.00	1.00	— 20.00			
73	Idem	77.00 à 78.00	1.00	— 21.00			
74	Argile grise	78.00 à 79.00	1.00	— 22.00			
75	Idem	79.00 à 80.00	1.00	— 23.00			
76	Argile légèrement sableuse, grise . . .	80.00 à 81.00	1.00	— 24.00	Ypresien (Ye 53.5) . . .	79.50	
77	Argile plastique avec linéole sableuse .	81.00 à 82.00	3.00	— 27.00			
78	Argile plastique grise	82.00 à 83.00	1.00	— 28.00			
79	Argile plastique, gris bleuâtre	83.00 à 84.00	1.00	— 29.00			
80	Argile sableuse, gris verdâtre	84.00 à 85.00	1.00	— 30.00			
81	Argile légèrement sableuse, verdâtre .	85.00 à 86.00	2.00	— 31.00			
82	Argile sableuse brunâtre	86.00 à 87.00	1.00	— 32.00			
83	Idem	87.00 à 88.00	1.00	— 33.00			
84	Argile plastique grise	88.00 à 89.00	0.50	— 34.00			
85	Idem	89.00 à 90.00	0.50	— 35.00			
86	Sable argileux, jaune verdâtre	90.00 à 91.00	1.00	— 36.00			
87	Idem	91.00 à 92.00	1.00	— 37.00			
88	Argile plastique grise	92.00 à 93.00	1.00	— 38.00			
89	Idem	93.00 à 94.00	1.00	— 39.00			
90	Sable très légèrement argileux, verdâtre, avec petites paillettes de mica	94.00 à 95.00	1.00	— 40.00			
91	Argile avec lentilles sableuses	95.00 à 96.00	1.00	— 41.00			
92	Argile plastique grise	96.00 à 97.00	1.00	— 42.00			
93	Idem	97.00 à 98.00	1.00	— 43.00			
94	Idem	98.00 à 99.00	1.00	— 44.00			
95	Argile un peu sableuse, brunâtre . . .	99.00 à 100.00	1.00	— 45.00			

TERTIAIRE : 438-30 (mètres)

TERTIAIRE : 138m

413	Argile plastique grise	114.00 à 114.50	0.50	— 57.50	Landenien (<i>L1d — c : 29.5</i>). (29.5)
414	Argile grise, très légèrement sableuse .	114.50 à 115.00	0.50	— 58.00	
415	Idem	115.00 à 115.50	0.50	— 58.5	
416	Sable argileux demi-fin, verdâtre . .	115.50 à 115.80	0.30	— 58.80	
417	Argile plastique grise (*)	115.80 à 116.50	0.70	— 59.50	
418	Argile sableuse, d'aspect sale.	116.50 à 117.30	0.80	— 60.30	
419	Sable verdâtre demi-fin, légèrement glauco- confère	117.30 à 118.30	1.00	— 61.30	
420	Sable légèrement argileux, vert, demi- fin	118.30 à 119.30	1.00	— 62.30	
421	Idem	119.30 à 120.30	1.00	— 63.30	
422	Sable grisâtre fin, légèrement glauconi- fère.	120.30 à 121.30	1.00	— 64.30	
423	Idem	121.30 à 122.30	1.00	— 65.30	
424	Sable argileux, gris bleuâtre	122.30 à 123.30	1.00	— 66.30	
425	Sable légèrement argileux, grisâtre . .	123.30 à 124.30	1.00	— 67.30	
426	Sable légèrement argileux, avec psam- mites	124.30 à 125.00	0.70	— 68.00	
427	Sable argileux, gris.	125.00 à 126.00	1.00	— 69.00	
428	Idem	126.00 à 127.00	1.00	— 70.00	

(*) Les échantillons du sommet du Landenien ne sont pas purs; cette argile provient de l'Ypresien et n'est pas à sa place.

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS traversés (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
96	Argile légèrement sableuse, gris bleuâtre et jaunâtre.	De 94 00 à 95 00	1 00	— 38 00	Ypresien (Yc) (suite)	79 50	
Manque	Échantillon manque	95 00 à 97 00	2 00	— 40 00			
97	Argile plastique grise, légèrement sableuse	97 00 à 98 00	1 00	— 41 00			
98	Argile plastique grise	98 00 à 99 00	1 00	— 42 00			
99	Idem	99 00 à 100 00	1 00	— 43 00			
100	Argile plastique grise, très légèrement sableuse	100 00 à 101 00	1 00	— 44 00			
101	Argile plastique grise	101 00 à 102 00	1 00	— 45 00			
102	Argile très légèrement sableuse	102 00 à 104 00	2 00	— 47 00			
103	Idem	104 00 à 105 00	1 00	— 48 00			
104	Argile plastique grise	105 00 à 106 00	1 00	— 49 00			
105	Argile très légèrement sableuse	106 00 à 107 00	1 00	— 50 00			
106	Idem	107 00 à 108 00	1 00	— 51 00			
107	Idem	108 00 à 109 00	1 00	— 52 00			
108	Idem	109 00 à 110 00	1 00	— 53 00			
109	Idem	110 00 à 111 00	1 00	— 54 00			
110	Idem	111 00 à 112 00	1 00	— 55 00			
111	Argile un peu sableuse, grise	112 00 à 113 00	1 00	— 56 00			
112	Argile sableuse gris verdâtre	113 00 à 114 00	1 00	— 57 00			
113	Argile plastique grise	114 00 à 114 50	0 50	— 57 50			
114	Argile grise, très légèrement sableuse	114 50 à 115 00	0 50	— 58 00			
115	Idem	115 00 à 115 50	0 50	— 58 5			
116	Sable argileux demi-fin, verdâtre	115 50 à 115 80	0 30	— 58 80			
117	Argile plastique grise (*)	115 80 à 116 50	0 70	— 59 50			
118	Argile sableuse, d'aspect sale	116 50 à 117 30	0 80	— 60 30			
119	Sable verdâtre demi-fin, légèrement glauconifère	117 30 à 118 30	1 00	— 61 30			
120	Sable légèrement argileux, vert, demi-fin	118 30 à 119 30	1 00	— 62 30			
121	Idem	119 30 à 120 30	1 00	— 63 30			
122	Sable grisâtre fin, légèrement glauconifère	120 30 à 121 30	1 00	— 64 30	Landenien (L1d - c : 29.5).	(29.5)	
123	Idem	121 30 à 122 30	1 00	— 65 30			
124	Sable argileux, gris bleuâtre	122 30 à 123 30	1 00	— 66 30			
125	Sable légèrement argileux, grisâtre	123 30 à 124 30	1 00	— 67 30			
126	Sable légèrement argileux, avec psammiles	124 30 à 125 00	0 70	— 68 00			
127	Sable argileux, gris	125 00 à 126 00	1 00	— 69 00			
128	Idem	126 00 à 127 00	1 00	— 70 00			

(*) Les échantillons du sommet du Landenien ne sont pas purs; cette argile provient de l'Ypresien et n'est pas à sa place.

TERTIAIRE : 135m30.

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS traversés (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
429	Sable légèrement argileux, gris, légèrement glauconifère	De 127.00 à 128.00	1.00	— 71.00			
430	Idem	128.00 à 129.30	1.30	— 72.30			
431	Sable argileux, gris verdâtre	129.30 à 130.30	1.00	— 73.30			
432	Sable légèrement argileux, grisâtre	130.30 à 131.30	1.00	— 74.30			
433	Sable légèrement argileux, gris, avec débris de psammites	131.30 à 132.30	1.00	— 75.30			
434	Argile grise, finement sableuse	132.30 à 133.30	1.00	— 76.30			
435	Idem	133.30 à 134.30	1.00	— 77.30			
436	Argile grise, légèrement sableuse	134.30 à 135.30	1.00	— 78.30			
Manque	<i>Échantillon manque</i>	135.30 à 136.30	1.00	— 79.30			
437	Sable grisâtre, demi-fin, avec particules argileuses et quelques points de glauconie	136.30 à 137.40	1.10	— 80.40			
438	Sable gris, légèrement argileux, finement glauconifère	137.40 à 137.60	0.20	— 80.60	Landenien (<i>L1d-c</i> : 29.5) (<i>suite</i>)	29.80	TERTIAIRE : 138m30 (<i>suite</i>).
439	Sable argileux, gris, finement glauconifère, avec débris de psammites	137.60 à 138.40	0.80	— 81.40			
440	Argile sableuse, grise, finement glauco-						

143	Argilite, brève, dure, rose	142.00 à 143.00	1.00	— 85.00
144	Idem	143.00 à 144.00	1.00	— 86.00
145	Idem	144.00 à 145.00	1.00	— 87.00
146	Argilite légèrement sableuse, gris verdâtre, avec débris de psammites et pyrite	145.00 à 146.00	1.00	— 88.00
	<i>Échantillon manque (*)</i>	146.00 à 146.30	0.30	— 88.30
147	Craie blanche avec nombreux débris de silex noirs et un fragment de <i>Belemnitella mucronata</i>	146.30 à 146.50	0.20	— 88.50
148	Craie blanche	146.50 à 147.50	1.00	— 89.50
149	Idem	147.50 à 148.50	1.00	— 90.50
150	Idem, avec silex noirs	148.50 à 149.50	1.00	— 91.50
151	Idem	149.50 à 150.00	0.50	— 92.00
152	Idem	150.00 à 151.00	1.00	— 93.00
153	Idem	151.00 à 152.00	1.00	— 94.00
154	Idem	152.00 à 153.00	1.00	— 95.00
155	Idem	153.00 à 154.00	1.00	— 96.00
156	Idem	154.00 à 155.00	1.00	— 97.00
157	Idem	155.00 à 156.00	1.00	— 98.00
158	Idem	156.00 à 157.00	1.00	— 99.00

(*) L'échantillon qui manque doit, d'après sa position stratigraphique, être composé de silex roulés et verdis

(*) L'échantillon qui manque doit, d'après sa position stratigraphique, être composé de silex roulés et verdis

NOMBRE des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS traversés (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
129	Sable légèrement argileux, gris, légèrement glauconifère	De 127.00 à 128.00	1.00	— 71.00	Landenien (<i>Lid-c</i> : 29.5) (suite)	29.80	TERTIAIRE : 138m30 (suite).
130	Idem	128.00 à 129.30	1.30	— 72.30			
131	Sable argileux, gris verdâtre	129.30 à 130.30	1.00	— 73.30			
132	Sable légèrement argileux, grisâtre	130.30 à 131.30	1.00	— 74.30			
133	Sable légèrement argileux, gris, avec débris de psammites	131.30 à 132.30	1.00	— 75.30			
134	Argile grise, finement sableuse	132.30 à 133.30	1.00	— 76.30			
135	Idem	133.30 à 134.30	1.00	— 77.30			
136	Argile grise, légèrement sableuse	134.30 à 135.30	1.00	— 78.30			
Manque	Échantillon manque	135.30 à 136.30	1.00	— 79.30			
137	Sable grisâtre, demi-fin, avec particules argileuses et quelques points de glauconie	136.30 à 137.40	1.10	— 80.40			
138	Sable gris, légèrement argileux, finement glauconifère	137.40 à 137.60	0.20	— 80.60			
139	Sable argileux, gris, finement glauconifère, avec débris de psammites	137.60 à 138.40	0.80	— 81.40			
140	Argile sableuse, grise, finement glauconifère	138.40 à 139.40	1.00	— 82.40			
141	Idem	139.40 à 140.40	1.00	— 83.40			
142	Argile légèrement sableuse, verdâtre	140.40 à 142.00	0.60	— 84.00			
143	Argilite grise, avec nombreux débris de pyrite	142.00 à 143.00	1.00	— 85.00			
144	Idem	143.00 à 144.00	1.00	— 86.00			
145	Idem	144.00 à 145.00	1.00	— 87.00			
146	Argilite légèrement sableuse, gris verdâtre, avec débris de psammites et pyrite	145.00 à 146.00	1.00	— 88.00			
Manque.	Échantillon manque (*)	146.00 à 146.30	0.30	— 88.30			
147	Craie blanche avec nombreux débris de silex noirs et un fragment de <i>Belemnites mucronata</i>	146.30 à 146.50	0.20	— 88.50	Crétacé supérieur. Assise de Nouvelles (<i>Cp3c</i> : 16.70).	27.20	SECONDAIRE : 27m20.
148	Craie blanche	146.50 à 147.50	1.00	— 89.50			
149	Idem	147.50 à 148.50	1.00	— 90.50			
150	Idem, avec silex noirs	148.50 à 149.50	1.00	— 91.50			
151	Idem	149.50 à 150.00	0.50	— 92.00			
152	Idem	150.00 à 151.00	1.00	— 93.00			
153	Idem	151.00 à 152.00	1.00	— 94.00			
154	Idem	152.00 à 153.00	1.00	— 95.00			
155	Idem	153.00 à 154.00	1.00	— 96.00			
156	Idem	154.00 à 155.00	1.00	— 97.00			
157	Idem	155.00 à 156.00	1.00	— 98.00			
158	Idem	156.00 à 157.00	1.00	— 99.00			

(*) L'échantillon qui manque doit, d'après sa position stratigraphique, être composé de silex roulés et verdis

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
159	Craie blanche, avec silex noirs . . .	De 157.00 à 158.00	1.00	— 100.00	Crétacé supérieur. Assises de Nouvelles (Cp3c : 16.7) (suite).	27 2	SECONDAIRE : 27m20 (suite).
160	Idem	158.00 à 159.00	1.00	— 101.00			
161	Idem	159.00 à 160.00	1.00	— 102.00			
162	Idem	160.00 à 161.00	1.00	— 103.00			
163	Idem	161.00 à 162.00	1.00	— 104.00			
164	Idem	162.00 à 163.00	1.00	— 105.00			
165	Craie gris blanchâtre, avec petits débris de silex noirs	163.00 à 164.00	1.00	— 106.00			
166	Craie grossière, grise, avec petits débris de silex noirs	164.00 à 165.00	1.00	— 107.00			
167	Craie grossière, grise, avec débris de silex noirs et quelques points de glau- conite	165.00 à 166.00	1.00	— 108.00			
168	Craie grise, légèrement argileuse, avec petits fragments de silex et points de glauconite	166.00 à 167.00	1.00	— 109.00			
169	Idem	167.00 à 168.00	1.00	— 110.00			
170	Craie grise, finement glauconifère, avec petits fragments de silex noirs . . .	168.00 à 169.00	1.00	— 111.00			

|--|

*) Ces silex ne sont pas en place et proviennent du Crétacé, probablement par coulage.

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERREAINS traversés (âge).	
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.		
159	Craie blanche, avec silex noirs	De 157.00 à 158.00	1 00	— 100.00	Crétacé supérieur. Assises de Nouvelles (Cp5c : 16.7) (suite).	27 2	SECONDAIRE : 27m20 (suite).	
160	Idem	158.00 à 159.00	1.00	— 101.00				
161	Idem	159.00 à 160.00	1.00	— 102.00				
162	Idem	160.00 à 161.00	1.00	— 103.00				
163	Idem	161.00 à 162.00	1.00	— 104.00				
164	Idem	162.00 à 163.00	1.00	— 105.00				
165	Craie gris blanchâtre, avec petits débris de silex noirs	163.00 à 164.00	1.00	— 106.00				
166	Craie grossière, grise, avec petits débris de silex noirs	164.00 à 165.00	1 00	— 107.00				
167	Craie grossière, grise, avec débris de silex noirs et quelques points de glau- conie	165.00 à 166.00	1.00	— 108.00				
168	Craie grise, légèrement argileuse, avec petits fragments de silex et points de glauconie	166.00 à 167.00	1.00	— 109.00				
169	Idem	167.00 à 168.00	1.00	— 110.00				
170	Craie grise, finement glauconifère, avec petits fragments de silex noirs	168.00 à 169.00	1 00	— 111.00				
171	Craie grossière, grise, légèrement glau- conifère, avec fragments de silex noirs et un fragment de <i>Belemnites</i>	169.00 à 170.00	1.00	— 112.00	(Cp5a : 10m5)	27 2		
172	Craie grise, légèrement glauconifère, avec fragments de silex noirs et de fossiles	170.00 à 170.80	0.80	— 112.80				
173	Gravier de grains de quartz roulés, avec débris de silex de pyrite et de phla- nites verdies	170.80 à 172.00	1.20	— 114.00				
174	Idem	172.00 à 173.00	1.00	— 115.00				
175	Gravier composé de grains de quartz roulés, de débris de quartzite de silex noirs et de grès, dont plusieurs verdies.	173.00 à 173.50	0 50	— 115.50				
176	Débris de quartz, de grès et de quartzites et silex noirs (*)	173.50 à 174.50	1.00	— 116.50				
177	Argile rougeâtre, d'altération.	174.50 à 176.00	1.50	— 118.00				
178	Argile jaune blanchâtre, d'altération. .	176.00 à 176.80	0 80	— 118.80				
179	Débris de quartz, de quartzites, de grès, de silex noirs (*)	176.80 à 177.00	0.20	— 119.00	Devillien (Dv2)	11m95	PRIMAIRE : 11m95	
180	Débris de quartz, de quartzites, de quart- zophyllades et grès et d'argile kaoli- nisée	177.00 à 180.60	3 60	— 122.60				
181	Débris de quartz et de quartzites. . . .	180.60 à 181.40	0 50	— 123.10				
182	Débris de quartz blanc, de quartzites, de grès rougeâtres et verdâtres, de phyl- lades argileux et de silex noirs (*) . . .	181.40 à 181.60	0.50	— 123.60				
183	Idem	181.60 à 182.10	0.50	— 124.10				
184	Débris de quartz blanc, de quartzites, de grès rougeâtres, de phyllades							

(*) Ces silex ne sont pas en place et proviennent du Crétacé, probablement par coulage.

NUMÉRO des échantillons.	NATURE DES COUCHES TRAVERSEES.	PROFONDEUR en mètres au-dessous du terrain naturel.	ÉPAISSEUR en mètres des couches traversées.	COTES des bases en mètres.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS traversés (âge).
					NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
485	Débris de quartz blanc, de quartzites, de grès rougeâtre, de phyllades . . .	De 182.40 à 182.60	0.50	— 124.60			
486	Argile gris blanchâtre, d'altération . .						
487	Idem que le n° 491						
488	Idem	182.60 à 183.40	0.50	— 125.40	Devillien (Du2) (suite)	41m95	PRIMAIRE : 14m95 (suite).
489	Débris de quartz, de quartzite, de grès rougeâtre et gros débris de phyllades gris verdâtres avec débris de silex noirs (*)	183.40 à 183.70	0.60	— 125.70			
490	Argile sableuse blanchâtre, d'altération	183.70 à 184.30	0.60	— 126.30			
491	Débris de quartz blanc, de quartzite, de quartzophyllades et grès rougeâtres .	184.30 à 184.85	0.55	— 126.85			
492	Argile grossière, gris blanchâtre, d'altération	184.85 à 185.45	0.60	— 127.45			
493	Idem que le n° 491.						

(*) Ces silex ne sont pas en place et proviennent du Crétacé, probablement par coulage.

(*) Ces silex ne sont pas en place et proviennent du Crétacé, probablement par coulage.

Notre savant confrère, M. le baron van Erthorn, a bien voulu nous donner quelques indications sur la coupe du puits qu'il vient de forer à Laeken-Heysel, et qui est situé à 1 100 mètres à l'Ouest du puits du Gros-Tilleul.

En examinant la planche C, dans laquelle nous avons mis en regard les deux coupes, on voit que les cotes de base des étages correspondent assez bien; les petites différences proviennent, selon toute probabilité, de la manière dont on a recueilli les échantillons dans le puits du Gros-Tilleul.

L'ouvrier qui recueille les échantillons, tout en étant fort soigneux, doit posséder de bonnes notions de stratigraphie, de façon à pouvoir prévoir les changements dans la nature des terrains et prendre ses précautions pour prélever méticuleusement les échantillons au moment du percement des nouvelles couches.

L'importance énorme que l'on doit attacher à cette prise d'échantillons et les nombreuses déconvenues qui sont résultées du manque de soin apporté dans le prélèvement des échantillons des puits artésiens ont décidé le directeur du Service géologique à faire recueillir sur place, par un chef sondeur expérimenté, les échantillons de la plupart des sondages qui s'exécutent en Belgique.

Cette mesure, mise en vigueur depuis près d'un an, a donné jusqu'à ce jour des résultats des plus heureux et a permis d'obtenir des documents d'une réelle valeur scientifique.

Le puits du Heysel, creusé par le baron O. van Erthorn, étant à la cote 52, n'a pas traversé les étages ledien et laekenien, mais est entré directement dans l'étage paniselien. De plus, ce puits a été abandonné à la cote — 171, et a donc pénétré jusque 56^m68 dans le terrain primaire.

Les échantillons provenant du Gros-Tilleul accusent une épaisseur de 11^m95 dans le terrain primaire.

Terrains traversés.

Sous le Quaternaire, représenté par du limon friable brunâtre, apparaît le Ledien et, sous ce dernier, le Laekenien, qui n'est représenté que par un gravier à éléments roulés.

Le Laekenien repose directement sur le Paniselien, sans interposition de Bruxellien remanié.

Nous avons pu examiner les échantillons d'un petit sondage exécuté, près de la serre des camélias, dans le parc du Château Royal, à

Laeken, et qui se trouve à 500 mètres au Sud du forage du Gros-Tilleul, à la cote 41 environ.

Ce sondage a atteint une profondeur de 10 mètres et a traversé les terrains tertiaires laekenien et paniselien; il a été arrêté dans ce dernier. En voici la coupe :

QUATERNAIRE	{	<i>q5n</i> Limon fin sableux jaunâtre	0.62 mètre.
		<i>q5m</i> Limon gris calcarifère	6.60 mètres.
LAEKENIEN.	{	Sable demi-fin et graviers (<i>Nummulites laevigata</i> et <i>scabra</i> roulées	1.60 —
PANISELIEN	{	<i>P1d-c</i> Argile légèrement sableuse, verdâtre.	1.60 —
		<i>P1m</i> Argile plastique schistoïde, bleuâtre	1.20 —

En examinant la coupe du puits du Gros-Tilleul, on remarque que l'épaisseur du Paniselien est très considérable, 9^m50 de *P1d-c* et 9^m50 de *P1m*, soit de 19 mètres. Dans le puits du Heysel, la base du Paniselien est atteinte à la cote 14, tandis qu'au Gros-Tilleul elle n'est qu'à + 21; le Paniselien aurait donc, à Laeken, une épaisseur d'une vingtaine de mètres environ. Ceci ne semble pas un argument en faveur des idées émises par certains géologues qui paraissent vouloir admettre un caractère de plus en plus littoral et une épaisseur toujours plus réduite de la mer paniseliennne sur la rive gauche de la Senne vers Bruxelles.

Quant à la base du Paniselien, elle est représentée par l'argile plastique schistoïde *P1m*; le terme *P1a* n'a pas été rencontré, l'argile passant directement aux sables fins ypresiens.

Nous ne reviendrons pas sur le caractère stratigraphique important de l'argile *P1m*, sur lequel nous avons eu l'occasion de nous étendre longuement dans un travail que nous avons fait, en collaboration avec M. Lejeune de Schiervel, sur la coupe de Bruxelles-Midi à Gand-Saint-Pierre.

Dans la coupe du petit sondage près de la serre aux camélias, le Paniselien *P1m* est aussi représenté, surmonté d'une argile sableuse identique à celle rencontrée dans le puits du Gros-Tilleul; du reste, la partie supérieure du Paniselien est toujours très argileuse dans cette partie Nord de la feuille de Bruxelles.

Dans le puits du Heysel, M. le baron van Ertborn a traversé à la cote + 14 le banc à Nummulites, à la base du Paniselien. Ce banc a probablement été passé sans que le sondeur s'en fût aperçu dans le puits du Gros-Tilleul; nous n'avons pas vu une seule Nummulite dans les échantillons.

Quant à la séparation des deux assises *Yd* et *Yc*, la chose n'est pas très aisée, les couches devenant tantôt argileuses, tantôt sableuses, et la limite exacte est difficile à établir; le fait est du reste commun dans la plupart des puits des environs de Bruxelles.

En ce qui concerne la séparation de l'étage landenien de l'Ypresien, les échantillons étant assez mal recueillis vers ces niveaux, il nous a été fort difficile de trouver leur contact exact : c'est ce qui explique, selon toute probabilité, la différence entre les cotes de base de l'Ypresien dans le puits du Heysel et dans celui du Gros-Tilleul.

A la base de l'étage landenien, l'échantillon de gravier manque; au puits du Heysel, ce gravier a été rencontré, mais il est peu épais; ce qui explique que l'on n'ait pu le recueillir au puits du Gros-Tilleul.

Quant au Crétacique, il peut se diviser en deux parties distinctes :

Une zone de craie blanche à silex noirs, d'une épaisseur de 16^m70, qui surmonte une zone de craie grise grossière, légèrement glauconifère, avec silex noirs, et épaisse de 7^m80.

Ces deux zones appartiennent à l'assise de Nouvelles *Cp5*.

Des débris de *Belemnitella mucronata* ont été rencontrés à — 88.8 dans la craie blanche et à — 112.13 dans la craie grise.

La craie blanche représente, sans aucun doute, le *Cp5c* de la légende; quant à la craie grise, notre savant confrère M. Rutot, que nous avons consulté à ce propos, pense qu'elle serait le représentant de la craie d'Obourg, *Cp5a*.

Un gravier de 2^m70 surmonte le terrain primaire; ce gravier épais, quoique n'ayant pas été rencontré dans le puits du Heysel, peut facilement s'expliquer à cause de la grande lacune qui existe entre le Crétacique et le Primaire.

Quant au Primaire, les échantillons recueillis sont fortement broyés et contiennent de nombreuses impuretés; des débris de silex noirs de la craie se trouvent encore dans le dernier échantillon du Primaire; l'élément quartz blanc domine, avec des débris de quartzites et de phyllades gris.

En examinant attentivement ces débris cambriens, on peut les classer dans l'étage devillien (*Dv*).

Renseignements hydrologiques.

Avant le creusement du puits du Gros-Tilleul, un article paru dans l'*Étoile belge* du 5 juillet 1903 disait que l'on comptait obtenir 3 000 à 5 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Ce résultat est loin d'avoir été obtenu ; il paraît qu'actuellement l'eau se tiendrait à 40 mètres sous le niveau du sol, mais que lors du pompage elle retomberait à 90 mètres.

Le puits a été abandonné à la cote — 127.45.

Dans le puits du Heysel, une source a été obtenue dans les sables landeniens, mais après celle-ci on n'a plus rencontré d'eau, ni dans le Crétacé ni dans le Primaire, et le puits a été abandonné à la cote — 171.

Ces deux puits, quoique n'ayant pas donné les résultats attendus, seront un précieux point de repère et permettront d'éviter de faire, dans la suite, de nouvelles recherches d'eau dans cette partie du territoire de la planchette de Bruxelles.

M. A. Rutot présente quelques observations à la suite de l'étude, faite par M. F. Halet, du grand sondage de Laeken. Il compte revenir sur ce sujet à la prochaine séance en présentant une note intitulée : *Sur l'âge de la craie grise renfermée dans le sous-sol de Bruxelles.*

La Classe de Géologie de la Section nationale des Sciences à l'Exposition de Liège (1905).

M. le baron Greindl, au nom de M. E. Van den Broeck et au sien, fait ensuite un appel aux membres de la Société en vue de leur participation à la *Section des Sciences* de l'Exposition universelle de Liège de 1905 ; il insiste sur la nécessité de connaître d'urgence l'importance des exhibitions personnelles, afin de pouvoir réclamer, le cas échéant, un supplément à l'emplacement extrêmement réduit, déterminé à ce jour.

Il donne, à cet effet, lecture de la note suivante :

Le Gouvernement a pris l'initiative d'un groupement collectif des sections scientifiques. Il prend à sa charge la location du terrain, les frais de décoration du local, la surveillance, l'entretien et le mobilier.

Le transport du matériel par chemin de fer sera gratuit en Belgique à l'aller et au retour.

L'espace réservé à la Géologie étant limité, le Comité fait appel à la bonne volonté des membres de la Société belge de Géologie pour qu'ils veuillent bien indiquer la liste des objets de leurs collections particu-

lières qu'ils seraient disposés à prêter, avec indication de la surface de vitrine, spécialement en vue d'obtenir les groupements suivants :

1. Livres-étages, relatifs soit à la Géologie belge en général, soit à la Géologie de l'une ou l'autre province ou région naturelle de quelque étendue (1780 à 1904). [En vue de l'exposition des planches sous vitrine.]

2. Collection de roches belges illustrant des phénomènes géologiques (agglutination, concrétionnement, modifications physico-chimiques, influences tectoniques, schistosité, plissement, métamorphisme, etc.).

3. Portraits, bustes ou autres souvenirs de géologues, paléontologues et minéralogistes belges décédés. [En vue de la décoration.]

4. Collection systématique des divers types de roches, destinée à illustrer les termes lithologiques employés dans les subdivisions stratigraphiques des étages de la Légende de la Carte géologique. [Il est désirable de ne renseigner que des échantillons correspondant à la Légende imprimée, en écartant toutes les variantes.]

5. Collection spéciale des fossiles *caractéristiques* des terrains belges et de leurs subdivisions; types peu nombreux, représentant les fossiles mentionnés dans la Légende de la Carte.

6. Spécimens des ouvrages illustrés des paléontologistes belges ayant traité de la description de nos *faunes* et *flores fossiles*.

7. Spécimens de collections paléontologiques spéciales (pièces de choix seulement).

Outre ces points divers, pour lesquels un groupement est désirable, le Comité serait heureux de recevoir des propositions d'exposition de sujets divers de la part des membres de la Société; il fera tout son possible pour les admettre dans l'emplacement gratuit concédé par le Gouvernement, mais il ne peut s'engager par une promesse formelle.

Prière d'adresser les propositions, LE PLUS TÔT POSSIBLE, soit à M. E. Van den Broeck, soit à M. Forir, rue Nysten, à Liège, soit à M. Greindl, 19, rue Tasson-Snel, à Saint-Gilles, qui ont été chargés par le Comité de centraliser les efforts en vue de faire une exposition digne de la hauteur scientifique à laquelle la Géologie a été portée en Belgique.

M. le *Président* remercie M. le *baron Greindl* de sa communication et exprime l'espoir que la Géologie belge sera dignement représentée à ladite Exposition, dont la *Section des Sciences* est d'ailleurs *exclusivement nationale*.

La séance est levée à 10 h. 45.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 20 DÉCEMBRE 1904.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

J. E. S. MOORE, F. R. G. S. — **The Tanganyika Problem.**

An account of the Researches undertaken concerning the Existence of marine animals in Central Africa. London, Hurst and Blackett, 1905, gr. in-8°, 371 pp., nombreuses figures et planches et 1 carte.

The Tanganyika Problem, tel est le titre de l'ouvrage que Moore nous présente comme résultat de ses deux expéditions (1895-1896 et 1899-1900) aux grands lacs africains.

Le Tanganyika, — cette vaste mer intérieure, — situé au cœur du continent africain, a présenté un attrait particulier aux explorateurs et aux nombreux savants qui se sont occupés des choses de l'Afrique.

Une des premières questions soulevées après la découverte du lac était celle de son origine.

Le grand lac central, découvert par Burton et Speke en 1858, est-il un reste d'une ancienne mer, un *Relikten-See*, d'après l'expression caractéristique de Peschuel? Telle est la question qui a occupé depuis longtemps les zoologues et les géologues.

Les coquilles rapportées des bords du lac par Speke et par certains missionnaires présentaient presque toutes un aspect étrange, différent de celui des coquilles de la faune d'eau douce. Le Dr Samuel P. Woodward, étudiant en 1859 les échantillons rapportés par Speke, fut frappé de l'aspect marin des coquilles, et en 1881 Edg. Smith exprima l'opinion que les coquilles rapportées par les missionnaires étaient d'origine marine.

La découverte de méduses dans le lac par le Dr Böhm en 1883, puis par von Wissmann, Moir, Swann, semblait trancher la question; un lac qui hébergeait des êtres ayant un caractère marin aussi pro-

noncé devait les avoir conservés de ses anciens rapports avec la mer. Une solution définitive de la question ne pouvait s'obtenir que par une étude attentive et complète de la géologie et de la faune du lac. C'est dans ce but que Moore entreprit les expéditions de 1895 et de 1899.

Au point de vue zoologique, ces deux expéditions ont étendu beaucoup nos connaissances sur la faune des lacs africains, étant donné que Moore fait connaître plus de deux cents formes animales nouvelles.

Quant à la question de l'origine marine du Tanganyika, l'auteur du *Tanganyika Problem* arrive aux conclusions suivantes :

a) Le Tanganyika, à l'exclusion des autres lacs africains, ne renferme pas seulement des méduses, mais toute une série de mollusques, de crabes, de crevettes, d'éponges d'origine marine ;

b) Aucune de ces formes ne peut être comparée à des formes marines existantes ; toutes semblent être des formes marines d'un âge géologique antérieur ;

c) L'étude comparative des coquilles des gastropodes du lac et des fossiles des divers étages géologiques montre une ressemblance extraordinaire avec celles des mers jurassiques. La faune étrange du Tanganyika, la faune halolimnique est d'origine jurassique ;

d) L'étude anatomique des gastropodes confirme le fait ;

e) C'est par le bassin du Congo que la mer jurassique a dû trouver une voie vers le Tanganyika.

Si ces diverses hypothèses sont fondées, la question du Tanganyika *Relikten-See* semble complètement résolue.

Les résultats géographiques et géologiques ne sont pas moins importants, à en croire Moore. D'après lui, les observations faites pendant les deux expéditions prouvent que la structure et l'histoire de cette partie du continent ne sont pas ce que l'on a supposé jusqu'ici (p. 8). Dans sa préface, l'auteur annonce déjà (VI) que « les documents rapportés de ses deux expéditions nécessitent la revision de toutes les notions actuelles sur la géologie de l'intérieur de l'Afrique. Toutes les idées en cours sur la nature géologique du continent sont radicalement fausses et incorrectes (the whole of our current views of the geological nature of the continent are radically unsound and incorrect). On peut admettre que la conception de Suess sur les *Gräben* africains (rift valleys) n'exprime nullement la structure réelle de ces remarquables dépressions ; nous les considérons comme de larges plis, des *eurycolpic folds*, ces dépressions étant formées par des plissements dus à une poussée latérale et non pas par déchirure (rifting) ou par affaissement vertical (vertical collapse). » Plus loin, d'ailleurs, Moore n'hésite pas

à déclarer (p. 15) que l'exploration géologique faite durant ses deux expéditions est « la plus étendue et la plus complète qui ait été faite jusqu'ici en Afrique centrale ».

*
* *

Dans une série de dix-sept chapitres richement illustrés, l'auteur nous fait connaître ses vues originales sur la structure et la forme de l'Afrique. Donnons, à titre de renseignement, les titres des chapitres :

- | | |
|----------|--|
| CHAPITRE | I. — Introduction, pp. 1-10. |
| — | II. — De la nature et de l'origine de la faune des eaux douces et de ses rapports avec la faune marine, pp. 11-30. |
| — | III. — De l'existence d'une grande chaîne centrale en Afrique, pp. 31-53. |
| — | IV. — Géologie superficielle de la région des grands lacs africains, pp. 54-75. |
| — | V. — Topographie géologique de la région Nord du Tanganyika à l'Albert-Nyanza, pp. 76-106. |
| — | VI. — Steppes africains. Phénomènes dus à des changements physiques récents, pp. 107-119. |
| — | VII. — Aperçu général de la faune des grands lacs africains, pp. 120-143. |
| — | VIII. — Quelques remarques sur la distribution des espèces, pp. 144-151. |
| — | IX. — Les Poissons du Tanganyika, pp. 152-216. |
| — | X. — Les Mollusques du lac Tanganyika, pp. 217-265. |
| — | XI. — Les affinités des Gastropodes halolimniques, pp. 266-278. |
| — | XII. — Les Crustacés du lac Tanganyika, pp. 279-294. |
| — | XIII. — Le Bryozoaire du Tanganyika, pp. 295-297. |
| — | XIV. — La Méduse du Tanganyika, pp. 298-308. |
| — | XV. — Les Éponges et les Protozoaires du lac Tanganyika, pp. 309-324. |
| — | XVI et XVII. — Considérations générales sur la nature de la faune halolimnique, pp. 325-356. |

L'analyse de chacun de ces chapitres nous mènerait trop loin; nous nous contenterons de donner un aperçu général des idées de l'auteur sur la structure et la faune de l'Afrique, en y ajoutant les quelques réflexions que la lecture attentive du travail nous suggère.

Trois chapitres documentés du *Tanganyika Problem* sont consacrés à l'exposé des observations géologiques et des théories morphogéniques de Moore. Le premier (chap. III) est le plus important; c'est celui dans lequel l'auteur traite la question dans son ensemble; les deux autres (IV, V) sont surtout consacrés à des observations locales.

Le chapitre III s'occupe de la grande chaîne de montagnes centrale.

Comment Moore conçoit-il la géographie physique de l'Afrique orientale? Suivons-le dans son raisonnement : « Ceux qui se sont occupés jusqu'ici de la géologie africaine ont tous été dominés par une conception déjà ancienne, due à Sir Roderick Murchison, d'après laquelle les caractères physiques du continent, la distribution de la terre et de l'eau à sa surface, la forme et la configuration de l'ensemble de la région équatoriale ont été d'une stabilité et d'une permanence à peu près sans exemple.

» Depuis les temps paléozoïques, ou tout au moins depuis le dépôt du nouveau grès rouge, la plus grande partie de l'Afrique était formée, comme aujourd'hui, de collines ondulées, de plaines (p. 52). Une chaîne élevée traverse toute l'Afrique, des montagnes de l'Abyssinie et de celles qui plus au Nord bordent la mer Rouge jusqu'au Drakenberg dans l'Afrique australe.

» En certaines régions, comme par exemple aux abords du Tanganyika et de l'Albert-Édouard Nyanza, le bombement est large et rappelle l'Oural par la douceur de ses pentes. Ailleurs, au contraire, comme entre les lacs Tanganyika et Nyassa, la cime est étroite et s'élève brusquement au-dessus des régions voisines sous forme d'un véritable axe montagneux.

» Cette chaîne est à l'Afrique ce que la Cordillère des Andes est à l'Amérique du Sud. C'est à M. Scott Elliott que nous devons une première appréciation exacte de cette structure. Nous la désignerons par « la grande chaîne centrale africaine » (*the great Central African Range*) (p. 54).

» Comme c'est le cas dans la plupart des régions de montagnes importantes, on trouve en Afrique centrale, à côté des chaînes de grandes hauteurs, de profondes dépressions qui leur sont parallèles. Les montagnes et les dépressions sont les produits de forces ignées semblables à celles qui ont soulevé les Alpes et le Caucase; et comme c'est le cas dans les Alpes, nous trouvons en Afrique des dépôts sédimentaires anciens de toute nature, disposés sous des angles divers sur les flancs du grand axe central. Ceci s'observe particulièrement bien dans la région du Nyassa, aux abords du mont Waller et à l'extrémité Nord du lac, dans tout le district du Tanganyika et jusque dans la région du Runssoro ou Ruwenzori (pp. 54-55).

» Au Nyassa, la grande chaîne centrale apparaît comme l'expression d'un de ces gigantesques mouvements de l'écorce terrestre qui ont formé les Andes, les Montagnes Rocheuses, les Alpes et le Caucase (p. 56).

Une coupe (diagramme I) à travers le lac dans la région de Kota-Kota nous montre le lac bordé sur les deux rives par des roches granitiques. Une seconde coupe, plus au Nord, à travers le mont Waller (diagramme II), dans une direction Ouest-Est vers la baie Amélie, fait voir des sections à travers les couches de grès qui, sur la côte Est, près de la baie Amélie, se relèvent vers l'Ouest; tandis qu'au mont Waller, sur la côte Ouest, elles se relèvent vers l'Est (p. 42). Le diagramme III fait du reste encore mieux ressortir l'inclinaison des grès du mont Waller.

» Le même caractère, un peu plus compliqué, se représente dans l'inclinaison des couches sur les bords du Tanganyika, comme nous le montre le diagramme IV. Dans cette coupe à travers le Tanganyika et le Rikwa, on voit deux synclinaux parallèles séparés par un anticlinal et flanqués chacun, à l'Est et à l'Ouest, d'un autre synclinal. C'est à ces synclinaux que peut s'appliquer le nom d'*eurycolpic folds*. L'affaissement des paquets du fond des synclinaux n'est qu'un phénomène incidentel, accessoire du plissement.

» Il y a dans les caractères physiques de toute cette région une extraordinaire simplicité et une hardiesse primitive qui donnent à l'esprit l'impression ineffaçable que nous sommes en présence d'un exemple unique des stades initiaux de la formation d'une masse continentale et non des vestiges confus et dénudés d'activités éteintes depuis longtemps (p. 49).

» La dépression eurycolpique du Nyassa, à hauteur du groupe de cônes volcaniques qui se trouvent non loin de son extrémité Nord, se divise en deux branches, l'une se dirigeant vers le lac Rikwa et l'autre vers l'Ussangu et l'Uhehe. La vallée du Rikwa coupe le Tanganyika à angle aigu dans la région de Karéma et se continue sur le bord Ouest du lac dans la région de la Lukuga. Au Sud du Tanganyika, on observe d'autres dépressions se dirigeant à angle droit vers le lac. Jusqu'à l'Albert-Édouard, la vallée du Tanganyika ne forme qu'une simple dépression, mais en ce point elle est coupée par une autre vallée occupée par le lac Ruisamba (p. 51).

» Il n'y a en réalité nulle part sur la terre rien de comparable à ces séries de plis rectilignes qui se coupent et s'entrecoupent suivant des angles divers (p. 51). »

Moore s'étonne — à bon droit — « de ces plis rectilignes qui se coupent et se croisent les uns les autres sous tous les angles possibles ».

Nous pensons, pour notre part, que précisément ces croisements à angles droits ou à angles obliques sont incompréhensibles si l'on

considère les dépressions linéaires comme des synclinaux, mais qu'ils s'interprètent de la façon la plus naturelle si l'on y voit des zones affaissées entre des failles parallèles, c'est-à-dire si l'on en revient à la manière de voir exposée par Suess dans son mémoire : *Die Brüche des östlichen Afrika*.

Si l'on examine les coupes du Nyassa et du Tanganyika reproduites par Moore, on arrive à conclure que, bien que construites par Moore pour venir à l'appui de sa théorie, elles peuvent tout aussi bien s'appliquer à la théorie des *Gräben* ou *rift valleys*. Si l'on en faisait disparaître tout ce qui est interprétation et porte nécessairement la trace d'idées préconçues, pour ne laisser subsister que la partie observée immédiatement voisine du contour supérieur, ces coupes pourraient être ajoutées comme illustrations au célèbre mémoire de Suess.

D'après Bornhardt, les couches de grès du mont Waller ont une position horizontale. Dans son substantiel travail : *Zur Oberflächen-gestaltung und Geologie Deutsch Ostafrika*, il nous a laissé un ensemble de cartes géologiques de la partie Nord et Nord-Est du Nyassa. Une coupe à travers les grès du Karoo, du pays de Luhagarra-Ruanda et de la baie Amélie nous les montre dans une position horizontale sur les gneiss servant de base. Le plateau semble être coupé par de nombreuses failles.

Les mêmes grès se retrouvent au Nord-Est du Nyassa, dans la région parcourue par le Ssongue et le Kivira, et toujours dans une position horizontale ! Les grès y renferment des couches horizontales de charbon.

Nous croyons donc pouvoir admettre que l'hypothèse de Moore ne cadre pas avec les faits et que seule la théorie de Suess nous donne une explication satisfaisante de l'origine des *Gräben* africains.

Quant à la notion de la grande chaîne centrale de Moore, nous devons la considérer comme résultant d'une façon artificielle d'envisager les choses.

* *
*

Les derniers chapitres du travail de Moore sont consacrés à l'étude de la faune des principaux lacs : Nyassa, Shirwa, Rikwa, Banguelo, Moëro, Kivu, Albert-Édouard, Albert, Victoria-Nyanza, Rodolphe. La faune du Tanganyika est étudiée en détail.

Avant les expéditions de Moore, nos connaissances sur cette faune étaient des plus restreintes. L'expédition Moore nous fait connaître plus de deux cents formes différentes.

« La faune ichthyologique du lac est très riche, et, fait digne de

remarque, septante-six des quatre-vingt-sept espèces décrites sont endémiques. Ce fait confirme l'hypothèse que le lac a été isolé depuis un temps très long, et la présence d'un nombre tellement grand de formes endémiques ne s'explique que par la survivance dans le lac d'une faune ancienne riche en ces types de poissons (p. 154).

» La faune ichthyologique du Tanganyika n'est pas comparable à celle des autres lacs africains, et ce caractère distinctif frappant montre, du premier coup d'œil, que certains poissons du lac font partie du même groupe halolimnique que les invertébrés. »

Le chapitre IX (pp. 153-216) est consacré à l'étude des quatre-vingt-sept espèces de poissons qui peuplent le lac. L'auteur a suivi pas à pas les descriptions de M. Boulenger, le savant zoologue du British Museum, qui avait été chargé de l'étude des poissons rapportés par les deux expéditions de Moore.

Le texte est accompagné de soixante à soixante-dix illustrations qui en doublent l'intérêt. Boulenger n'est pas d'avis que les poissons du Tanganyika soient d'origine marine. Dans son travail sur les *Poissons du Bassin du Congo*, il écrit ce qui suit :

« Les études de M. Moore sur les mollusques le portent à reconnaître deux types distincts dans la faune du Tanganyika : le type commun aux eaux douces de l'Afrique et celui qu'il désigne sous le nom de halolimnique, propre aux régions profondes du lac, et qu'il considère comme relique d'une faune qui remonterait peut-être à l'époque jurassique. Quoi qu'il en soit de ces spéculations, la première collection de poissons formée par M. Moore, venant s'ajouter à celles représentant neuf espèces seulement, déjà rassemblées par M. Coode Hore et M. le capitaine Descamps, ne montrait aucun indice d'une faune halolimnique. Beaucoup mieux équipé, à sa seconde expédition, pour des dragages dans les grandes profondeurs du lac, M. Moore n'a pas davantage réussi à en trouver. Les poissons du Tanganyika ne fournissent aucun appui à la théorie de l'origine marine de la faune de ce lac. »

Dans le chapitre X (pp. 217-265), l'auteur passe à l'étude conchyliologique et anatomique des mollusques halolimniques du Tanganyika. Cette étude se borne aux GASTROPODES, étant donné que, comme le dit Moore, rien d'intéressant n'est à noter concernant les lamellibranches.

« Quant à la classe des gastropodes, elle a, dans le lac, à côté des représentants d'eau douce, quatorze types qui sont génériquement distincts de ceux-là (p. 218). Ce sont les genres : *Typhobia*, *Bathanalia*,

Limnotrochus, *Chytra*, *Paramelania*, *Bythoceras*, *Tanganyicia*, *Spekia*, *Nassopsis*, *Syrnolopsis*, *Stanleya*, *Neothauma*, *Melania admirabilis*.

» C'est un fait remarquable, dit Moore (p. 267), que toutes ces formes halolimniques, malgré leur diversité de structure, présentent les mêmes particularités dans la forme et l'arrangement de l'appareil digestif : un œsophage court et droit, un intestin identique enroulé d'une façon spéciale, un estomac avec deux chambres, la première contenant toujours un style cristallin. Tous ces mollusques halolimniques présentent dans leur appareil digestif un caractère similaire et primitif, et paraissent former un groupe ayant conservé les caractères que possédaient à une certaine époque la plupart des gastropodes; en d'autres termes, tous ces mollusques halolimniques appartiennent à une faune primitive (p. 269). »

L'étude des crustacés se limite à quatre types : deux crabes et deux crevettes, rapportés lors de la première expédition au lac.

La méduse du lac (ch. XIV), *Limnocyda Tanganyicæ*, appartient naturellement au groupe halolimnique. Sa découverte par Böhm en 1883 avait causé un vif intérêt, et les partisans de l'hypothèse d'une origine marine du lac semblaient triompher.

Mais on connaît d'autres méduses d'eau douce.

« Allmann et Ray Lankester nous ont laissé la description d'une méduse rencontrée dans les bassins de la *Victoria Regia* du Jardin botanique de Regent's Park. Il est possible qu'elle y ait été introduite avec les plantes aquatiques venant des fleuves de l'Amérique du Sud. Depuis lors, il est vrai, on ne l'a plus revue (p. 500) (1). »

On a découvert également des méduses à Bammako, sur le haut Niger, et dans le lac Urmia (alt. 1 220 m.), en Perse, et récemment dans le Victoria-Nyanza.

Une note de M. Ch. Gravier, publiée dans le *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences de Paris*, annonce que des méduses de la même espèce que celles du Tanganyika viennent d'être découvertes dans le Victoria-Nyanza. Le 1^{er} décembre 1903, le professeur Ray Lankester montra à la Société de Zoologie de Londres des méduses du Victoria-Nyanza, recueillies par M. Hobley au mois d'août 1903 et envoyées à Londres par Sir Charles Eliot. M. Hobley les avait ramassées dans le golfe de Kavirondo, près du point terminus du chemin de fer de l'Uganda, et, d'après ses déclarations, les méduses s'y présentaient en masse. D'après M. R. T. Günther, les méduses du

(1) Sauf toutefois en 1901, dans les serres à Lyon (d'après Vaney et Comte). L. Z.

Victoria-Nyanza ne sont en aucune façon distinctes du *Limnocyclus Tanganyicae*. Le problème du Tanganyika devient donc le problème du Tanganyika Nyanza, et rien n'empêche de croire que le problème ne s'élargisse encore. Il est, en effet, certain que la faune complète des grands lacs africains ne nous est pas connue et qu'elle nous réserve encore plus d'une surprise.

Dans un article paru dans le *Globus* du 29 septembre 1904, le Dr Kandt, l'explorateur du Kivu, nous apprend qu'après une tempête, il a pu ramasser deux exemplaires de méduses sur les bords du lac. Les indigènes ignorent complètement cette forme, ce qui fait supposer qu'elle est très rare dans le Kivu. S'agit-il du *Limnocyclus Tanganyicae*? Nous ne le savons pas encore. Le fait suffit pour montrer combien nos connaissances de la faune des grands lacs sont encore incomplètes.

Les deux derniers chapitres du livre de Moore sont consacrés à des considérations générales sur la nature de la faune halolimnique.

« Les espèces normales (p. 531) du Tanganyika ne sont pas des types intermédiaires entre les espèces des autres lacs et les espèces halolimniques. A peine pourrait-on, en fait, considérer certaines formes halolimniques comme étant des modifications ou des spécialisations des types reconnus d'eau douce.

» Les crabes (p. 552) ne dérivent pas des thelphusoïdes africains, mais leur sont morphologiquement antérieurs, et les crevettes ne dérivent pas de crevettes d'autres lacs, puisque ceux-ci n'en contiennent pas. Il est évident que la méduse et le bryozoaire sont d'origine marine.

» Le groupe halolimnique ne peut être considéré comme une modification atavique ou anamorphique de la faune d'eau douce normale, ni, comme l'a suggéré Stromer von Reichenbach, comme le résultat d'une convergence, produite sous l'influence de quelque condition indéterminée.

» D'ailleurs (p. 552), laissant les considérations anatomiques de côté, si nous admettons que l'identité spécifique qui existe entre les coquilles de gastropodes halolimniques et certaines formes jurassiques marines n'est qu'apparente et engendrée par certaines conditions non spécifiées, que devient alors la détermination de coquilles en général? »

Et dans une note au bas de la page, l'auteur ajoute :

« Les paléontologistes consultés ont été unanimes à affirmer qu'au point de vue conchyliologique, ces identifications sont vraies. En les faisant, je n'ai employé que la méthode paléontologique, et si ces méthodes sont en défaut, tant pis pour la paléontologie. »

Ailleurs (*Geographical Journal*, 1905), Moore déclare qu'il a toujours considéré la conchyliologie comme une chose négligeable (trivial); elle est plutôt une perte de temps qu'une science.

En adoptant cette opinion de M. Moore, quelle valeur peut-on attribuer aux curieuses similitudes qu'il signale comme existant entre certaines coquilles de gastropodes du Tanganyika et certains fossiles jurassiques?

« Au lieu de considérer la faune du Tanganyika comme un reste de faune océanique, ne pourrait-on pas y voir un reste d'un type de faune d'eau douce d'une époque ancienne répandu sur toute l'Afrique et peut-être sur d'autres continents (p. 554)?

» Cette opinion paraît, à première vue, appuyée par quelques faits.

» Dans les couches d'eau douce du Crétacé supérieur du Sud de l'Europe et de l'Amérique du Nord, on trouve des coquilles qui ne ressemblent pas à celles qu'on trouve généralement dans nos eaux douces.

» White, en Amérique, et Tausch, en Europe, ont montré que l'on trouve dans ces couches le genre très variable *Pyrgulifera*, dont certaines variations sont analogues à *Paramelania* du Tanganyika. S'appuyant sur cette base peu solide, Gregory a avancé que toute la faune halolimnique du Tanganyika pourrait correspondre à ces faunes d'eau douce crétacées et en être un reste.

» Pour admettre cette hypothèse, continue Moore, il faut démontrer : 1° que cette faune d'eau douce du type de la faune du Crétacé supérieur a été, à une certaine époque, répandue dans toute l'Afrique; 2° qu'une forte proportion au moins des coquilles halolimniques correspondent à celles de ces couches crétaciques supérieures.

» Le Dr Gregory croyait, avant la deuxième expédition, que nous aurions rencontré la faune halolimnique dans d'autres lacs, ou au moins dans d'anciens dépôts lacustres. La dernière expédition montre qu'aucun lac actuel de l'Afrique ne contient des types de la faune du Crétacé, et la comparaison des coquilles du Tanganyika avec les fossiles crétaciques donne également un résultat négatif.

» La seule interprétation possible est celle d'une origine marine de cette faune. Il n'y a pas de preuve géologique contre cette interprétation, les preuves ne pourraient être que négatives; même si elles étaient positives, les arguments zoologiques prévaudraient. »

Moore termine le chapitre XVI par le paragraphe suivant :

« Il paraît qu'il est impossible d'arriver à une évidence géologique positive d'une communication du Tanganyika avec la mer. Si, par exemple, il était démontré que dans un certain district de l'Angleterre

il n'y avait pas de dépôts marins, ce fait serait-il une preuve positive que ce district n'a jamais été sous le niveau de la mer?

» Le problème n'est pas de ceux qui peuvent être tranchés par la voie géologique; les données de la zoologie se dressent devant nous en nombre suffisant pour le résoudre, et si les apparences géologiques négatives de l'Afrique centrale ne s'accordent pas avec la solution zoologique, cela montre uniquement l'insuffisance des méthodes géologiques, comparativement aux méthodes de recherches usitées en zoologie. »

On le voit, l'auteur ne tient guère aux arguments géologiques. On en trouve du reste la preuve en maint endroit de son travail, tel par exemple le croquis (p. 75) montrant l'extension des dépôts aqueux dans l'intérieur de l'Afrique. L'auteur considère ces dépôts comme continus à travers tout le continent en suivant la direction Rovuma, Nyassa, Rikwa, Tanganyika, Lukuga, Congo.

Dans le dernier chapitre de son livre, Moore s'efforce de faire admettre l'hypothèse de l'origine jurassique de la faune hololimnique.

« Le lac s'est trouvé en communication directe avec une mer occidentale. La distribution et les caractères des dépôts aqueux (grès rouges) de la région du Tanganyika indiquent l'Ouest comme étant la direction suivant laquelle il y a quelque probabilité d'une ancienne extension du lac ou une jonction entre lui et une mer couvrant une partie ou l'ensemble du bassin du Congo (p. 342).

» L'étude de la faune du Congo appuie cette hypothèse. »

L'étude comparative des coquilles du Tanganyika et des spécimens de l'époque jurassique a été faite d'après la collection du British Museum et celle de M. Hudleston (p. 344). Les nombreuses illustrations du texte plaident en faveur de l'hypothèse de Moore si l'on se contente d'un certain degré d'approximation.

L'auteur identifie :

<i>Paramelania Damoni</i> . . .	à <i>Purpurina bellona</i> .
<i>Nassoptis nassa</i>	à <i>Purpurina inflata</i> .
<i>Bathanalia Howesi</i> . . .	à <i>Amberleya</i> .
<i>Limnotrochus Thomsoni</i> .	à <i>Littorina sulcata</i> .
<i>Chytra Kirkii</i>	à <i>Onustus</i> (= <i>Xenophera</i>).
<i>Spekia zonata</i>	à <i>Neridomus</i> .
<i>Melania admirabilis</i> . .	à <i>Cerithium subscalariformi</i> .
<i>Typhobia</i>	à <i>Purpuroidia</i> .

L'ensemble de ces gastropodes hololimniques correspond à des formes jurassiques; la coïncidence ne peut donc être fortuite.

M. Moore semble croire que tous les paléontologistes sont d'accord avec lui pour admettre ses identifications avec les fossiles de l'époque jurassique.

L'accord est cependant loin d'être parfait.

Un des paléontologistes les plus autorisés, M. Hudleston, a soumis à un examen minutieux les coquilles de gastropodes du Tanganyika et leurs prétendus correspondants de l'époque jurassique. Il a pu utiliser dans ce but sa riche collection de fossiles, dont Moore a fait usage pour établir son hypothèse du Tanganyika mer jurassique. Dans un supplément du *Geological Magazine* du mois de juillet 1904, portant pour titre : *On the Origin of the marine Fauna of Lake Tanganyika*, M. Hudleston nous fait connaître le résultat de ses recherches (*Notes on the comparison between the halolimnic Gasteropods and certain fossils from the Inferior Oolite*). Hudleston est l'auteur de *Monography of the British Jurassic Gasteropoda*. Il est donc spécialement autorisé à donner son opinion sur le sujet.

« Comme résultat d'un examen minutieux, » dit-il, « je trouve qu'au point de vue conchyliologique, l'évidence d'une connexion ancestrale entre certains fossiles de l'Oolithique inférieur du bassin anglo-normand et les genres halolimniques du Tanganyika n'est pas aussi réelle qu'on l'a fait supposer et qu'on nous l'a dépeinte dans plusieurs publications. La ressemblance des coquilles du Tanganyika et de celles de l'Oolithique inférieur n'est pas suffisante pour permettre de conclure à un rapport entre la faune du Tanganyika et celle de la mer jurassique. LE PROBLÈME DU TANGANYIKA RESTE IRRÉSOLU ; l'hypothèse de Moore ne peut s'appuyer ni sur l'évidence zoologique, ni sur l'évidence paléontologique, ni sur l'évidence géologique. »

C'est la conclusion à laquelle l'analyse du travail nous amène. L'ouvrage de Moore mérite d'être lu pour le grand nombre de données nouvelles qu'il nous apporte sur la faune des grands lacs africains ; quant à la partie géologique de son travail, Moore semble ignorer complètement la littérature traitant de la géologie du continent.

Avant d'admettre les nombreuses hypothèses formulées, il nous faudra des preuves plus concluantes que celles sur lesquelles s'appuie l'auteur.

Nous exprimons l'espoir que le Dr Cunningham, envoyé au Tanganyika pour y étudier la faune et la flore, saura nous donner une solution complète et définitive de l'intéressant problème du Tanganyika.

L. Z.

SIR ARCHIBALD GEIKIE. — **Éléments de Géologie sur le terrain.**

(Traduit de l'anglais par O. CHEMIN, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de France. — Paris, Librairie polytechnique Ch. Béranger; 15, rue des Saints-Pères. 1905. In-8°, 291 p., 88 fig.)

Chacun connaît les remarquables travaux et publications de Sir A. Geikie. Qui n'a maintes fois lu et relu, pour rester dans le seul ordre d'idées que soulève le livre actuellement paru, la *Géographie physique* et la *Géologie* (1)?

Comme l'annonce la préface, le nouvel (2) ouvrage de Sir A. Geikie n'est pas un traité de Géologie : « il suppose, au contraire, une connaissance préalable de cette science... C'est un guide essentiellement pratique qui s'adresse aussi bien aux jeunes géologues qu'aux personnes qui veulent consacrer une partie de leurs loisirs à l'examen de la croûte terrestre et des vicissitudes qu'elle a subies. »

Dans le chapitre premier (Introduction), l'auteur fait connaître clairement le but qu'il poursuit :

« Les chapitres qui suivent ne doivent pas remplacer pour le lecteur un traité systématique dont il se trouvera encore avoir un besoin constant. Ils doivent encore bien moins être considérés comme devant remplacer, à un titre quelconque, les observations sur le terrain. Leur but est d'indiquer comment les observations doivent être faites, quels genres de données il faut rechercher, quelles sortes de preuves il faut se procurer pour établir une conclusion et quelles déductions on peut tirer de faits particuliers. »

Dans le chapitre II, l'auteur traite des « Premiers essais de travail sur le terrain » et conclut qu'il doit exister très peu de parties du monde où l'on ne puisse pratiquer quelque sorte de géologie sur le terrain.

Le chapitre III traite de « l'Accoutrement » pour aller sur le terrain : carte, marteau (3), loupe, boussole, clinomètre, carnet de notes et crayons, etc.

(1) *La Géographie physique*, par A. GEIKIE; *La Géologie*, par le même. Ouvrages traduits de l'anglais par Henry Gravez, ingénieur.

(2) En réalité, l'ouvrage n'est pas nouveau, puisqu'il en est à sa dixième édition, la deuxième édition ayant eu elle-même, par exemple, jusqu'à quatre tirages. Mais nous avons en vue, ici, la traduction française.

(3) On y discute notamment, ce qui est loin d'être inutile, la forme, le poids, le port, etc., du marteau de géologue.

Le chapitre IV explique ce qu'est — ou ce que devrait être — une carte géologique.

Le chapitre V nous montre comment on *prépare* un travail sur le terrain : traversées préliminaires ou reconnaissances ; circonstances ambiantes.

Le chapitre VI nous indique comment on doit procéder systématiquement pour faire la *Détermination des roches*. Il est insisté sur le fait que le nombre des minéraux qui forment les éléments essentiels des roches *largement répandues* est relativement petit ; il renvoie du reste à ce sujet au chapitre XVI, dans lequel est donnée l'énumération des minéraux qu'il est désirable de connaître avant d'entreprendre l'étude des roches.

Sir A. Geikie consacre quelques utiles pages à la question de la *couleur des roches* ; elles sont instructives pour les commençants... et voire pour d'autres : « Il faut prendre de grandes précautions en faisant usage de ce caractère (*la couleur*) pour le discernement des roches. La même roche peut, même sur de très courtes distances, manifester les variétés de couleur les plus extraordinaires (1). Mais, dans de certaines limites, la couleur d'une roche est une indication de la nature de quelques-uns au moins de ses éléments. *Le fer est le grand pigment* (2) auquel les roches doivent leur grande diversité de teintes. Il donne naissance à de nombreuses nuances de jaune, brun, rouge, vert, aussi bien que de bleu et de noir... »

Le chapitre VII s'occupe de la nature et de l'usage des fossiles. Il est malheureusement fort écourté ; et bien qu'il traite des *conditions de climat*, des *conditions géographiques*, des *mouvements terrestres*, etc., il paraît qu'il eût été plus « profitable » si on l'avait agrémenté

(1) Citons, par exemple, les *psammites du Condrex* de la Belgique, si diversement colorés (E. C.).

(2) Nous soulignons ces mots, parce que souvent les débutants admettent difficilement ce fait... sans s'expliquer pourquoi d'ailleurs. Dans son excellent ouvrage : *Premières notions de Géologie*, notre confrère et ami J. Cornet, professeur à l'Université de Gand et à l'École des Mines du Hainaut, a attiré l'attention sur cette question : « Il est intéressant de faire remarquer que la plupart des substances qui donnent aux roches leurs teintes caractéristiques sont des composés de fer. La Limonite les colore en brun ou en jaune, l'Hématite (Fe^2O^3) en rouge, la Magnétite (Fe^2O^4) et le Fer titané ($(\text{FeTi})^2\text{O}^3$) en noir, le Sulfure de fer (FeS^2), la Glauconie et une série d'autres silicates en vert... » (J. CORNET, professeur à l'École des Mines du Hainaut, *Premières notions de Géologie*, 1903.)

d'indications complémentaires telles qu'on en voit dans le texte explicatif du *Chronographe géologique* de M. Renevier (1).

Le chapitre VIII donne quelques indications sur les lignes de démarcation géologiques et n'est, en somme, que le *prélude* du chapitre IX : débrouillement de la structure géologique, pente, direction ou trace, affleurement.

Les chapitres X et XI s'occupent très spécialement des *failles* et de la *courbure* des roches : *anticlinaux*, *synclinaux*, *isoclinaux*, *inversions de couches*, *apparence trompeuse de discordance*, etc.

Les roches *ignées* sont étudiées dans le chapitre XII; Sir A. Geikie considère :

I. Les roches *intrusives*, pouvant se présenter sous la forme de :

- 1° Veines;
- 2° Masses verticales en forme de murs ou de dykes;
- 3° Masses circulaires irrégulières;
- 4° Lits, couches ou feuillets injectés ou bosses amorphes irrégulières.

II. Les roches *ignées interstratifiées*.

« Tout d'abord, l'observateur doit être capable de reconnaître une roche ignée quand il la rencontre. Après avoir acquis quelque expérience, il n'éprouvera aucune difficulté à faire cette distinction dans la majorité des cas, pourvu qu'il soit devenu familier avec les caractères de ces roches en étudiant des spécimens. Mais les échantillons soigneusement choisis d'un Muséum ou d'une collection privée ne

(1) *Le Chronographe géologique*; texte explicatif, par E. Renevier, professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Lausanne.

Dans le même ordre d'idées, on pourrait citer aussi diverses considérations émises, il y a bien des années déjà, par M. A. Rutot, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles : ...il y a une relation immédiate entre la *stratigraphie* et la *paléontologie*... « Dans le *gravier d'immersion*, on trouve les restes en mauvais état, brisés, triturés et roulés, d'une faune variée dont on rencontre dans les couches supérieures la majeure partie des formes en bon état de conservation.

» Dans les sables généralement stratifiés qui surmontent le gravier d'immersion, on trouve d'abord d'innombrables trous tubulaires laissés par les générations d'annélides qui y ont vécu, puis des lamellibranches et des gastéropodes, avec débris assez fréquents de végétaux terrestres, indiquant la proximité du rivage.

» Plus haut, dans les sables homogènes déposés sous une plus grande profondeur d'eau, se développent en masses compactes, généralement bien conservées, des espèces caractéristiques abondantes, telles que des Turritelles.

» Dans les sables fins ou argileux se présentent des lamellibranches à valves bâillantes, ayant souvent conservé la position verticale qu'ils occupaient pendant la vie.

» Après ces sables fins arrivent les argiles d'eau profonde, qui semblent ordinairement azoïques. »

donnent pas toujours une idée correcte du caractère externe des roches, telles qu'on les rencontre sur le flanc d'une colline ou dans un ravin. Il est tout spécialement nécessaire que le marteau soit vigoureusement mis en jeu, tout au moins durant la première partie de l'étude qu'un géologue fait des roches ignées. Il les trouvera si constamment attirées à la surface, recouvertes d'une croûte si épaisse due aux agents atmosphériques et, dans bien des cas, si profondément corrodées par l'eau d'infiltration qui a décomposé leurs silicates, qu'il pourra éprouver d'assez grandes difficultés pour obtenir une cassure fraîche qui lui permette de juger du caractère réel de la roche (1)... »

Dans le chapitre XIII, on s'occupe des *roches schisteuses* et des *veines minérales*.

A. Roches schisteuses. L'auteur a trouvé qu'il y a quatre points qu'il convient d'avoir constamment en vue :

- 1° La nature et la distribution des minéraux ;
- 2° Les variétés et les alternances des roches ;
- 3° La direction de la foliation prédominante, qu'elle coïncide ou non avec les lits ;
- 4° La preuve d'écrasement et l'existence de plans de poussée.

B. « En traitant des roches schisteuses, on peut signaler les veines minérales qui traversent si souvent ces masses, bien qu'on les trouve aussi en abondance parmi les formations stratifiées et ignées... »

Le chapitre XIV traite de la *Géologie de surface* : influence des roches solides sur la surface ; tourbières ; terre à briques ; terrasses de rivières ; anciennes lignes de baies ; monticules ; blocs erratiques et pierres ayant voyagé ; anciennes vallées enfouies sous des débris.

Les derniers chapitres, XV, XVI et XVII, font partie de la DEUXIÈME PARTIE : *Travail à la maison*.

« Quand un géologue retourne à ses quartiers après une longue journée passée sur le terrain, s'il a l'intention de faire ultérieurement usage des renseignements qu'il a rassemblés dans le courant de sa promenade, il ne doit sous aucun prétexte, et quelque séduisantes que soient les attractions de sa demeure confortable, se laisser aller à bannir de son esprit les travaux de la journée avant d'en avoir revu les notes et d'y avoir inscrit, pendant qu'ils étaient encore tout frais à sa mémoire, les détails qu'il n'a pas eu le temps d'y reporter sur le terrain... »

(1) On connaît bien les difficultés que crée au géologue l'altération des roches. Voir par exemple : E. VAN DEN BROECK, *Les phénomènes d'altération des dépôts superficiels*. (MÉM. COURONNÉS IN-4° DE L'ACAD. ROYALE DE BELGIQUE, 1879.)

Tous ceux qui ont pratiqué un peu de Géologie connaissent l'importance de cette remarque : n'insistons donc pas !

Sir A. Geikie comprend dans ce travail à la maison :

1° Le dessin des coupes (étapes dans la construction d'une coupe géologique) ;

2° L'essai chimique et mécanique des roches ;

3° L'examen des roches au microscope.

Le chapitre XVI fournit, notamment, une liste des « minéraux les plus importants qui entrent dans la composition des masses rocheuses ». Il serait oiseux de reproduire cette liste ici.

Les *Éléments de Géologie sur le terrain* forment, comme le montre l'aperçu que nous venons d'esquisser, un excellent guide pour tous ceux qui commencent à faire de la Géologie sur le terrain : « Ce sont les conseils résumant son expérience (de S. A. G.) qui constituent la substance de ce petit livre. C'est dire combien ils seront précieux pour les commençants (1). »

Décembre 1904.

E. C.

PH. MOULAN. — **Origine et formation des minerais de fer.**

Guyot frères, éditeurs, à Bruxelles. Un vol. in-12, 148 p. et 17 fig.

Très intéressant, le petit ouvrage de feu Ph. Moulan, que l'imprimerie Guyot vient de livrer à la publicité. L'auteur l'a divisé en trois parties.

Dans la première, il donne un aperçu rapide de l'histoire géologique de la Terre, ainsi que des notions élémentaires relatives aux minéraux principaux des roches ainsi qu'à celles-ci. Relevons en passant une légère erreur. A propos des plagioclases, Ph. Moulan dit : « Mélanges isomorphes de deux silicates dont l'un, l'albite, à base d'alumine et de soude, et l'autre, l'andésine, à base d'alumine et de chaux. » Il y a sans doute là un *lapsus calami*, andésine au lieu d'anorthite ; car l'andésine occupe un rang intermédiaire dans la série albite-anorthite. En outre, l'auteur adopte, avec M. Nivoit, la classification des roches en roches granitoïdes, porphyriques et volcaniques. Nous préférierions le groupement plus logique, à notre avis, en roches profondes ou pluto-niennes, intrusives, et épanchées ou volcaniques, adopté entre autres

(1) Préface de l'édition française, par O. Chemin.

par H. Rosenbusch et feu A. Renard dans le cours qu'il professait à Gand.

La deuxième partie est consacrée à l'étude des minerais de fer. L'auteur étudie d'abord les origines et modes de formation de ces minerais; et à cette occasion, il nous semble donner du phénomène de la végétation une définition un peu trop restreinte : « Concentration des composants accidentels d'une masse, sous l'influence de la différence de densité. » Il nous semble que les lois d'affinités chimiques produisent aussi la ségrégation. Après avoir passé en revue tous les agents qui peuvent produire les minerais de fer (phénomènes solfatarieus, sources thermales, actions détritiques, évaporation, actions organiques, actions dissolvantes, actions chimiques), Ph. Moulan donne une classification des gîtes de minerais de fer, qu'il divise en gîtes éruptifs, gîtes sédimentaires et gîtes filoniens, pour les étudier en détail et y établir des subdivisions plus complètes. A ce sujet, nous préférons, à la place du terme *gîtes de départ* (gîtes éruptifs), l'expression *gîtes de ségrégation* ou *ségrévés*, puisque c'est le phénomène de la ségrégation (sans doute l'*Absonderung* des Allemands) qui leur donne naissance; l'appellation rappellerait mieux l'origine. L'auteur fait observer en outre, avec raison, que les gîtes de fer primitifs peuvent avoir subi des *remises en mouvement* qui ont modifié leurs dispositions géologiques originelles, sous l'action continue des actions métamorphiques; et il termine la deuxième partie en donnant un aperçu rapide sur l'emploi des minerais de fer.

La troisième partie, la plus importante (100 pages sur 150 que contient le volume), est consacrée à la description minéralogique des minerais, à la description des gîtes. L'auteur considère d'abord les minerais carbonatés, comprenant le fer carbonaté spathique et les sphérosidériles du lias et du houiller; ensuite les minerais oxydés, divisés en minerais hydratés ou hématites brunes, minerais anhydres ou hématites rouges, et minerais magnétiques ou oxydulés. Ces différentes classes sont décrites avec soin, et les gîtes de tous les pays sont renseignés et examinés avec coupes très claires à l'appui. En outre, l'auteur a eu soin d'accompagner son texte de tableaux très complets et très instructifs donnant la composition chimique des minerais principaux.

En résumé, nous ne pouvons qu'être heureux de saluer l'apparition de ce très utile ouvrage, qui constitue une monographie fort bien faite des minerais de fer, destinée à rendre les plus grands services à ceux qui s'occupent de l'industrie qui s'y intéresse.

E. MATH.

Prof. TITO ALIPPI. — Le « **Baturlio della marina** », dans le pays d'Arezzo, et la « **Romba di Sassuolo** », dans les environs de Modène et de Bologne. (*Boll. Soc. Sismolog. italiana*, 1904-1905, n° 5.)

Sous ce nom, on désigne dans ces parties de l'Italie les sons sourds que nous connaissons sous le nom de *mistpoeffers*, grâce à notre confrère E. Van den Broeck, et que le professeur Alippi a désignés sous la dénomination de *bonniti* et de *bombisi*.

Là-bas, de même que partout ailleurs, le son est sourd et grave, il s'entend surtout en automne et en hiver, et semble toujours provenir de l'Occident. Les campagnards du pays d'Arezzo croient qu'il vient de la mer, d'où son nom, et ils croient qu'il présume la neige.

Dans un travail antérieur, le professeur a signalé l'observation d'une vaste perturbation acoustique qui est survenue les 17-18 décembre 1903, dans l'Apennin de la Marche, et il voudrait établir un système d'observations continues pour déterminer s'il y a une relation entre les *bonniti* et les *bombisi* de la Haute-Marche, et le *baturlio della marina* des montagnes d'Arezzo.

Le professeur Galvagni, de l'Université de Modène, a publié une note, reproduite par M. Alippi, au sujet d'un phénomène analogue qu'il a souvent observé à Anzola, commune située sur les contreforts de l'Apennin de Bologne. On l'y connaît sous le nom de *Romba di Sassuolo*, parce que dans cette dernière localité, on croit à l'existence de phénomènes volcaniques. Toutefois, le professeur de Modène pense que ces sons ont leur siège dans les couches supérieures de l'atmosphère; la description qu'il en donne permet de les ranger avec les sons analogues entendus dans d'autres contrées. De nouvelles observations sont en cours sur les deux versants de l'Apennin.

V. D. W.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Le tunnel du Simplon au mois d'octobre 1904.

Nous trouvons dans le *Times* du 2 novembre des renseignements précis sur la situation des travaux. A ce moment, le forage du côté de la Suisse avait avancé au delà du point culminant et finissait sur la section en pente vers l'Italie au mètre 10 382, à partir de l'entrée de Brigues. Par contre, le forage italien avait atteint, au milieu d'octobre, le mètre 9 140 à partir d'Iselle. Il resterait donc à creuser 247 mètres pour effectuer la rencontre des deux forages.

Le forage suisse a atteint le point culminant sans présenter de difficultés dans l'écoulement des eaux, qui s'élevait à 3 000 litres par minute environ, indépendamment de la quantité d'eau froide introduite de l'extérieur en vue du refroidissement des travaux. Mais à partir du point culminant, les eaux surgirent en abondance à 810 mètres en avant de celui-ci. Les eaux à évacuer ne tardèrent pas à s'élever à 15 000 litres par minute, dont 6 500 litres provenaient de la roche. Pour comble de malheur, les derniers 200 mètres de l'avance au chantier suisse fournirent treize sources d'eau chaude, dont la température variait de 104° à 117° F. (40° à 47° C) et qui donnaient un débit total de 2 400 litres. Les travaux subirent de ce chef un ralentissement considérable, et les derniers cinq mois ne fournirent qu'une avance de 112 mètres. Ce fut alors que surgirent deux nouvelles sources chaudes (2 000 litres par minute) au mètre 10 378. Il fallut arrêter les travaux, d'autant plus que la canalisation d'eau des travaux accidentellement arrêtée, empêchait de continuer la ventilation, la réfrigération et la production de force pour les machines.

Les portes de fer qu'on avait construites derrière le forage furent fermées hermétiquement, et très probablement elles resteront closes jusqu'à ce que le tunnel soit activé du côté de l'Italie.

De ce côté, on continuait à travailler, parce qu'ici les eaux pouvaient s'écouler par la pente du tunnel. On se trouvait à 247 mètres du chantier suisse, au mètre 9 140, lorsque survint une source chaude de 114° F. (45°5 C.) et donnant 5 000 litres à la minute, pour descendre ensuite à 4 000 litres, de sorte que cette dernière source était un peu plus chaude que la dernière source suisse, et il ne fallait plus espérer dès lors rencontrer des roches et des eaux moins chaudes que celles que l'on avait rencontrées jusqu'ici des deux côtés du tunnel.

Ce qui ajoutait encore à la difficulté de la situation, c'est que, du côté d'Iselle, on n'avait pas pris les mêmes dispositions pour le refroidissement de la roche que du côté de Brigues. A mesure que l'on se rapprochera du forage suisse, la difficulté, et même le danger, ne feront qu'augmenter.

Le forage italien est dirigé sous le fond du forage suisse qu'on a pratiqué sur un plan aussi incliné que possible vers Brigues, et au moment de la rencontre le travail de pompage devra être repris aussi activement que possible. La réussite peut dépendre de la largeur plus ou moins grande de l'ouverture de communication qu'il sera possible de pratiquer entre les deux forages. Car si l'ouverture était trop petite, il serait peut-être très difficile de l'agrandir en présence de l'énorme écoulement d'eau qui viendra du côté suisse se joindre aux sources de la section italienne, et il faudra mettre tout en œuvre pour donner une issue aussi prompte que possible à l'inondation souterraine.

Les forêts et leur influence sur le régime des eaux.

Les questions qui touchent à l'influence du déboisement sur les chutes de pluie et le régime hydraulique d'une contrée ont été l'objet de fréquentes discussions. Ce sujet est traité dans une petite brochure publiée récemment en Angleterre par le *Board of Agriculture and Fisheries* et dont le journal *The Surveyor* donne un résumé, que nous publions d'après l'*Engineering Record*.

L'ensemble formant les arbres, c'est-à-dire le tronc, les branches et les feuilles, absorbe une partie de l'eau qui tombe et l'empêche d'atteindre le sol; on peut évaluer cette partie de 29 à 48 % du total de l'eau tombée, mais la proportion dépend tant du caractère de la pluie que de la nature des arbres. Avec des pluies fortes ou continues, il arrive plus d'eau au sol qu'avec des pluies fines. De même, les arbres vivaces interceptent plus d'eau dans le courant d'une année que les arbres annuels, et les arbres retiennent naturellement plus d'eau en été qu'en hiver, pour la même raison.

Mais, bien que le sol d'une forêt reçoive moins d'eau qu'un terrain nu, l'humidité se conserve bien mieux dans le premier que dans le second. Des observations prolongées ont fait constater cet effet comparatif. La présence d'eau en abondance dans la terre, malgré l'abri que donnent les arbres, est due, en partie, à la moindre évaporation causée par la présence de ces arbres, qui empêchent l'action des rayons solaires, et, en partie, à la plus grande humidité de l'air sous ces arbres; ces deux effets s'ajoutent pour combattre l'évaporation de l'eau qui imprègne le sol. De plus, la présence des racines des arbres qui forment une espèce de réseau à la surface de la terre est un obstacle à une circulation rapide de l'eau à cet endroit. Ces racines pénètrent souvent à une grande profondeur, et lorsqu'elles disparaissent par la pourriture, elles laissent à leur place des trous où l'eau pénètre facilement de l'extérieur. Le sol des forêts est plus perméable que celui des terrains découverts et l'eau y pénètre et y séjourne plus facilement.

Ces considérations font comprendre pourquoi les cours d'eau qui traversent les pays boisés sont moins sujets à des crues rapides et violentes; leur régime est beaucoup plus régulier. C'est un avantage sérieux lorsque ces cours d'eau doivent servir à l'alimentation des localités. Non seulement on peut compter sur une quantité relativement constante, mais on n'a pas l'inconvénient des dépôts vaseux qui accompagnent les crues et qui donnent de l'eau trouble, encombrant les réservoirs et obstruent les filtres.

La présence de forêts sur un bassin qui alimente une localité équivaut à une augmentation de volume du réservoir de la distribution, parce que la présence des arbres retarde la circulation de l'eau et empêche en partie son évaporation. On doit remarquer également que la neige fond moins vite sous les arbres que sur un sol

découvert, ce qui ajoute à l'effet qui vient d'être signalé. De même à la fonte des neiges, sous bois, la terre absorbe plus d'eau que sur sol découvert; en effet, dans ce dernier cas, le sol est souvent gelé à la surface et l'eau ne peut s'absorber, ce qui n'arrive pas sous bois, où les arbres protègent le sol de la gelée. Il en résulte que non seulement la présence d'une forêt s'oppose à la production des inondations, mais aussi que l'eau provenant de la fonte des neiges est beaucoup moins vaseuse que dans l'autre cas.

Non seulement les forêts exercent une influence considérable sur l'état d'humidité du sol, mais elles agissent sur sa température, même à une certaine profondeur. Des observations faites sur un certain nombre de stations du continent ont fait voir que la présence de forêts abaissait la température moyenne annuelle du sol à la surface de près de 1°5 C., et à 1^m20 de profondeur, de 1° environ.

Cette action réfrigérante est due à diverses causes réunies. Le feuillage des arbres fait obstacle au passage des rayons solaires; le bois mort et les feuilles sèches qui couvrent le sol empêchent la libre circulation entre le sol et l'atmosphère, tandis que l'humidité de la terre absorbe une certaine quantité de calorique sans élévation sensible de la température.

Si les forêts ont une action d'abaissement sur la température, cet effet est beaucoup plus marqué en été qu'en hiver. La moyenne des observations de onze stations, en Allemagne, montre que la température à la surface de la terre, en juillet, dans une forêt, est de 4°2 C. plus basse qu'en terrain découvert, tandis qu'en décembre, la différence est nulle et même négative. La présence des bois tend, par conséquent, à égaliser la température de l'eau du sol, ce qui a une importance considérable au point de vue de l'hygiène pour une eau potable. On peut mettre aussi à l'actif des forêts qu'elles exercent une action épurative sur l'air et sur le sol; on trouve, en effet, moins de germes de toute nature dans un pays boisé que dans une même superficie de terrains découverts.

(*Bull. de la Soc. des Ing. civ. de France (chronique)*, mai 1904.)

S.-E. LASSIMONE. — Les orages et les sources.

Le titre de *Ruisseau intermittent*, sous lequel a été présentée ma question dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes* du 1^{er} octobre, ne lui convenait pas très bien. Il en est résulté que des indications plus détaillées m'ont été demandées par plusieurs correspondants.

Je crois devoir donner ici ces indications et solliciter de nouveau les explications satisfaisantes que je n'ai pas encore reçues.

Le ruisseau qui coule au lieu dit le Moujin-Robé, commune d'Yzeure (Allier), prend sa source et coule en grande partie sur des sédiments tertiaires (sables et argiles du Bourbonnais); il se jette dans l'Allier après un parcours qu'on peut évaluer à 5 ou 6 kilomètres environ.

A Roré, le lit de ce petit cours d'eau est creusé dans les alluvions anciennes (A' de la carte géologique au 1/80 000). Un barrage établit un étang destiné à alimenter un moulin.

En aval du barrage partent trois bras du cours d'eau : 1° le canal du déversoir; 2° celui du moulin; 3° le canal desservant une bonde de fond. Ce dernier est alimenté par les infiltrations de l'étang et par une nappe d'eau souterraine très peu profonde dont la présence est facile à constater par deux puits. C'est dans ce dernier canal que l'observation mentionnée a été faite deux fois.

Le creusement récent d'un de ces puits a permis de constater que le terrain est composé d'argile et de sable sous lesquels on rencontre un dépôt vaseux. Les terrains dominants sont formés de couches d'argile et de sable.

Le phénomène que j'ai signalé ne présente pas une intermittence régulière, et le retrait des eaux dépend indiscutablement de *l'approche d'un orage*.

Un phénomène exactement semblable s'observe sur les petites sources ou suintements appelés *mouillères* ou *moussières*, fréquents dans les pentes de nos terrains tertiaires.

Quelle explication peut-on donner de ce retrait des eaux et du ralentissement ou de l'arrêt de ces suintements *avant* un orage?

Voilà, si l'on veut bien se reporter à la *Feuille* du 4^{er} octobre, comment peut être posée la question.

La formation de siphons dans le sol ni l'action de pluies lointaines ne peuvent être admises. La première hypothèse ne peut pas se rapporter à la constitution du sol. La seconde n'est pas admissible, aucune pluie n'ayant pu alimenter la nappe souterraine avant la réapparition de l'eau dans le lit du ruisseau.

Moulins.

(*La Feuille des Jeunes Naturalistes*, déc. 1904.)

L'hygiène publique en Belgique.

Bastogne. — Depuis que les sources de la distribution d'eau sont complètement tarées, Bastogne manque d'eau potable et les habitants ont de nouveau dû se procurer de l'eau dans les anciens puits abandonnés depuis longtemps et dont l'eau était reconnue de mauvaise qualité et dangereuse. Aussi la fièvre typhoïde a-t-elle de nouveau fait sa réapparition. Dans les villages environnants, il existe aussi, depuis quelque temps, des cas de fièvre typhoïde dus à la rareté de l'eau potable.

(Extr. *Technologie sanitaire*, 10^e année, n° 8, 15 nov. 1904, p.143.)

Installations de déferfification de la distribution d'eau de Turnhout

La ville de Turnhout vient d'établir une distribution d'eau, alimentée au moyen de puits filtrants.

L'eau captée par ces puits dans les sables campinois est trop ferrugineuse pour pouvoir être livrée à la consommation sans épuration préalable : sa teneur en sels de fer atteint 23 milligrammes par litre ; sa saveur est caractéristique ; limpide et claire à sa sortie du puits, elle ne tarde pas à se troubler, par suite de la transformation en sels ferriques insolubles des sels ferreux qu'elle contient en dissolution ; un dépôt important de couleur brunâtre se produit au bout de quelques heures dans le récipient qui la contient.

Le principe de la méthode d'épuration que l'on a adoptée consiste à *aérer* énergiquement l'eau, de manière à favoriser la production immédiate de sels insolubles, puis à la faire passer dans des *filtres à sable*, qui retiennent ces sels à leur surface.

L'aération est réalisée en déversant l'eau, en mince filet, au-dessus de lits de coke, qu'elle traverse en s'égouttant lentement d'un fragment sur l'autre. Ces aérateurs sont au nombre de trois ; ils affectent la forme de tours accolées, à section horizontale rectangulaire et mesurant chacune, en plan, 5^m00 × 3^m00 ; l'épaisseur de la couche de coke emmagasinée dans ces tours est de 3 mètres ; de larges ouvertures, ménagées latéralement, établissent des courants d'air intenses dans l'intérieur de la masse.

Au sortir des aérateurs, l'eau tombe dans un réservoir ménagé au-dessous des lits

de coke et mesurant 1^m20 de hauteur utile; la capacité totale d'emmagasinement est de 65 mètres cubes. De là, l'eau presse directement sur les filtres à sable, au nombre de trois; chacun d'eux couvre une surface rectangulaire de 6 mètres sur 9. L'épaisseur de la couche filtrante, composée, de bas en haut, de matériaux de calibre décroissant, est de 1^m40. Après avoir traversé cette couche, l'eau est admise dans un réservoir de forme circulaire de 11 mètres de diamètre et de 1^m30 de hauteur utile, mesurant donc à peu près 125 mètres carrés de capacité. C'est dans ce réservoir que puisent les pompes qui refoulent l'eau dans le château d'eau de la distribution. Le passage de l'eau dans les installations d'épuration que nous venons de décrire succinctement absorbe une chute de 6^m25 (39.55, cote dans la bêche de distribution des aérateurs, — 33.30, cote du plan d'eau maximum dans le réservoir).

A sa sortie des filtres, l'eau est limpide, de couleur légèrement jaunâtre en couche épaisse; sa teneur moyenne en sels de fer est réduite à 3 milligrammes par litre.

Toute l'usine, aérateurs, filtres et réseau, est construite en béton armé; elle a coûté près de 75,000 francs. Elle est capable, en service normal, d'un débit de 60 mètres cubes à l'heure.

(*Annales des Travaux publics de Belgique*, 61^e année, 2^e s^{ie}, t. IX, 6^e fasc., décembre 1904, pp. 1174-1175.)

Création, à l'École des Mines du Hainaut, d'un enseignement spécial destiné aux ingénieurs-géologues.

La Commission administrative de l'École des Mines du Hainaut vient de décider la création, à cette école, d'un enseignement spécial destiné aux ingénieurs-géologues, pour lesquels un diplôme d'*ingénieur géologue* est institué. Il comporte quatre années d'études, ou une année d'études complémentaires pour les ingénieurs des mines, et une épreuve subie avec succès sur les matières suivantes :

La géologie;

La géographie physique;

La géologie appliquée et l'hydrologie;

La paléontologie animale et végétale;

Une épreuve pratique en pétrographie;

Un mémoire original sur une question de géologie pure ou appliquée, ou d'hydrologie.

Procédé rapide pour déterminer l'opacité des eaux.

MM. Duparc et Baeff ont eu l'occasion, pendant le cours d'un travail qu'ils ont exécuté ensemble sur la nature des eaux de l'Arve, de rechercher un procédé rapide pour déterminer l'opacité des eaux de cette rivière. Dans ce but, ces Messieurs ont construit une échelle d'opacité composée de douze termes, de la manière suivante : 1 gramme de limon lacustre (grand lac) exempt de sable est délayé dans 1 litre d'eau. Une partie de cette solution (100 c³) est enfermée dans un tube de verre mince de 40 centimètres de haut, 1¹/₂ centimètre de diamètre et forme le n^o 12 de l'échelle, tandis que le n^o 1 est simplement représenté par de l'eau pure contenue dans un tube identique.

Les termes compris entre les n^{os} 12 et 1 sont obtenus par dilution successive de

différentes portions de la solution mère (n° 12) convenablement agitée pour la rendre bien homogène. Voici, dans leur ordre, les termes de cette échelle avec leur teneur correspondante en matériaux en suspension :

N° 12	=	1gr0	par litre.
11	=	0,8	—
10	=	0,6	—
9	=	0,5	—
8	=	0,4	—
7	=	0,3	—
6	=	0,2	—
5	=	0,1	—
4	=	0,05	—
3	=	0,025	—
2	=	0,01	—
1	=	0	—

Cette graduation, bien qu'arbitraire, est celle qui nous a paru le mieux convenir pour les eaux de l'Arve. Le n° 12, toutefois, est peut-être un peu faible pour les fortes crues qui roulent des eaux excessivement bourbeuses.

Les différents tubes renfermant ces solutions ont été fermés à la lampe et peuvent fonctionner longtemps, si l'on a soin de les remuer chaque jour pour éviter un tassement de matières au fond du tube.

Pour déterminer l'opacité d'une eau, on l'introduit dans un tube semblable à ceux de l'échelle, puis en regardant par transparence à travers celui-ci, on cherche de quel terme de l'échelle l'eau en question se rapproche le plus ; on lui donne alors comme opacité le chiffre correspondant ; si elle est comprise entre deux termes, 8 et 9 par exemple, on prendra la moyenne, soit $8\frac{1}{2}$.

Ce procédé rapide donne, comme on le voit facilement, non pas l'opacité absolue, c'est-à-dire la profondeur à laquelle la lumière pénètre dans l'eau, mais plutôt son degré de limpidité.

Il est évident qu'avant chaque opération il faut avoir soin d'agiter les différents tubes, pour rendre leur contenu homogène.

(Extr. *Comptes rendus de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, VI, 1889, pp. 95-96.)

Envahissement de la mer sur les côtes de la Frise.

M. le professeur P. Chaix parle des *envahissements de la mer sur les côtes de la Frise*.

Sur une étendue de 110 lieues, d'Alkmaer à Ripen, la côte de la mer du Nord a porté, au moyen âge, le nom de Frise, celui de *Frise septentrionale* étant appliqué au Sleswig actuel. Sa côte occidentale, battue par les flots et les tempêtes de l'Ouest, avait pour défense une barrière de trois terres assez considérables, dont l'étendue collective était de 718 kilomètres carrés que les envahissements de la mer ont réduite à 121 ou un sixième dans l'intervalle compris entre la funeste année 1362 et 1787. La terre méridionale, la plus considérable des trois (315 kilomètres carrés), célèbre sous le nom de Nordstrand, pour son ancienne richesse agricole et sa population, n'est plus représentée que par onze îlots insignifiants. Les deux terres septentrionales, Sylt et Föhr, sont fréquentées pour les bains. La mer a fait disparaître cent trente-trois villages insulaires et sept sur la côte de terre ferme.

(Extr. *Comptes rendus de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, IV, 1887, p. 32.)

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE CLOTURE DE L'EXERCICE 1904.

SÉANCE DU 22 DÉCEMBRE 1904.

Présidence de M. Ad. Kemna, vice-président.

La séance est ouverte à 8 h. 35.

MM. X. *Stainier*, président, J. *Willems* et *Fiévez* s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Rapport annuel du Président :

En l'absence de M. le Président, M. *Kemna* donne lecture du rapport suivant envoyé par M. *Stainier* :

MESSIEURS,

S'il est des endroits où, semble-t-il, ne devraient jamais être agitées les mesquines questions d'argent, c'est bien dans les sociétés scientifiques, dont l'existence paraît devoir s'écouler au sein du calme et de la sérénité. Rien de tel malheureusement dans notre Société où, depuis quelque temps, les questions d'argent, les mots de subside, de déficit, etc., reviennent continuellement sur le tapis. Vous le savez, Messieurs, l'origine de cette situation doit être recherchée dans la parcimonie des pouvoirs publics à notre égard.

C'est, en effet, aux 2 000 francs de subside de l'État, que nous n'avons pas touchés, qu'il faut attribuer presque uniquement le déficit dans lequel se débattent depuis quelques années nos finances, jadis si prospères.

Si j'ai cru devoir commencer mon rapport annuel par cette amère constatation, c'est qu'elle éclaircira bien des points qui pourraient vous étonner dans ce rapport. Ainsi, alors que l'an passé notre volume

finissait avec plus de 1,500 pages, celui de 1904 n'en aura guère que 700. La raison d'une telle diminution doit être recherchée, non dans une productivité moindre de nos travailleurs, mais simplement dans la nécessité où nous nous trouvons de restreindre nos dépenses. Nous avons surtout diminué le *Bulletin* afin de pouvoir publier le fascicule II de nos *Mémoires in-4°*, pour lequel, vous le savez, nous avons depuis longtemps le beau mémoire de M. Stübel.

Comme vous pourrez le voir par la liste qui suit, l'activité intellectuelle de nos membres ne s'est pas ralentie durant cette année écoulée et, comme toujours, tous les domaines des sciences minérales ont été abordés dans nos pages et nous avons même assisté à une belle résurgence de la Paléontologie. La liste suivante, dressée d'après la date et l'ordre de présentation des travaux, se passe d'ailleurs de commentaires. Néanmoins, comme vous le constaterez, certains sujets restent toujours plus particulièrement goûtés par nos auteurs. Tel est le cas pour l'Hydrologie, la Sismologie, le Houiller, le Quaternaire.

Ad. Kemna, Poissons fossiles : Conodontes et Ptéraspidés ;

A. Gobert, Établissement des puits de mines à travers les terrains aquifères salés situés à des profondeurs auxquelles le procédé Chaudron n'est pas applicable ;

A. Rutot, Le puits artésien de la gare de Mouscron ;

A. Rutot, Essai d'évaluation de la durée des temps quaternaires ;

X. Stainier, Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges ;

de Montessus de Ballore, Sur les tremblements de terre des Andes méridionales ;

Ad. Kemna, Recrudescence de la fièvre typhoïde à Paris ;

G. Simoens, Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast ;

G. Simoens, Sur la présence des Cherts dans le Calcaire devonien ;

Baron Greindl, Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg ;

F. Dienert, Contribution à l'étude de la température des sources ;

E. Putzeys, Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique ;

A. Rutot, Sur les ressources en eau potable de la Campine anversoise ;

Deladrier, Présentation d'un Essai de Carte tectonique de la Belgique ;

W. Prinz, Remarques d'ordre général à ce sujet et expériences ;

X. Stainier, Un conglomérat du Houiller moyen de Liège ;

J. Cornet, La signification morphologique des collines flamandes ;

Discussion de l'étude de M. *Deladrier* sur un Essai de Carte tectonique de la Belgique ;

Greindl, Quelques objections théoriques à l'hypothèse d'une superposition du réseau hydrographique de la Belgique à un réseau de failles préexistant ;

X. Stainier, Discussion sur l'Essai de Carte tectonique de la Belgique ;

Deladrier, Réponse aux observations de M. le baron *Greindl* ;

Lejeune de Schiervel, Observations au sujet de l'exposé tectonique de M. *Deladrier* ;

P. Halet, Sur le gisement de la pirogue découverte dans la vallée de la Dyle à Malines ;

Le Couppey de la Forest, Sur la surveillance médicale du périmètre d'alimentation des sources vauclusiennes ; Réponse à M. *Putzeys* ;

E. Putzeys, Les sources vauclusiennes et les zones de protection ; Réponse à M. *Le Couppey de la Forest* ;

E. Deladrier, Recherches souterraines aux environs d'Éprave ;

E. Cuvelier et L. Dubuisson, Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire à Bruxelles ;

H. Buttgenbach, Tremblements de terre au Katanga en 1902 ;

H. Buttgenbach, Les dépôts aurifères du Katanga ;

P. Halet, Un glissement de terrain aux environs de Renaix ;

G. Simoens, Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne ;

E. Mathieu, Observations microscopiques sur la roche porphyroïde de Grand-Manil ;

X. Stainier, Du caractère éruptif de la porphyroïde de Grand-Manil ;

X. Stainier, Note sur des minéraux métalliques du Houiller belge ;

Lejeune de Schiervel et F. Halet, Coupe transversale dans la vallée de la Senne (1) ;

A. Rutot, Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Panisélien ;

L. Dollo, Les Mosasauriens de la Belgique ;

L. Dollo, L'origine des Mosasauriens ;

Baron O. van Ertborn, Les puits artésiens de la région de Bruxelles dans leurs rapports avec la topographie souterraine des terrains primaire et créacé ;

Tecqmenne, De la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires ;

(1) Communication faite, mais impression reportée aux *Mémoires* de 1905.

Baron O. van Erthorn, De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de Bruxelles et de sa banlieue;

W. Prinz, La déformation des matériaux de certains phyllades ardennais n'est pas attribuable au « flux » des solides (1);

A. Rutot, Nouvelles trouvailles faites dans le Montien supérieur de Leval-Trahegnies;

A. Rutot, Le facies sparnacien du Landenien supérieur à Leval;

A. Rutot, Nouvelles observations dans les couches quaternaires des carrières du Hainaut à Soignies;

E. Dubois, Un équivalent du Forest Bed de Cromer dans les Pays-Bas, avec une préface de M. le baron van Erthorn;

A. Rutot, Sur la non-existence, comme terme distinct du Quaternaire, du limon dit « des hauts plateaux »;

F. de Montessus de Ballore. Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique;

F. Halet, Résultats obtenus par quelques sondages profonds exécutés dans la partie Sud-Est de l'Angleterre (1);

F. Halet, Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul).

Un sujet qui, comme vous pouvez le voir, nous a beaucoup occupés, c'est la question de la Carte tectonique de Belgique, posée devant nous avec tant d'à-propos par notre confrère Deladrier. Il faut espérer que cette question si importante, et pour laquelle la Carte géologique, aujourd'hui terminée, fournit tant d'éléments, il faut espérer, dis-je, qu'elle verra de nouvelles discussions éclairer encore les nombreux coins obscurs que présente ce grave sujet.

Du côté de l'assiduité des membres aux séances, il n'y a absolument rien qui laisse à désirer, et c'est là un symptôme des plus heureux, qui montre que notre bâtiment n'est pas près de sombrer, puisque ses hôtes ne songent nullement à le désert.

Pour ce qui concerne notre bibliothèque, outre de nombreux dons et envois, renseignés au procès-verbal de chaque séance, nous avons pu conclure dix-huit nouveaux échanges de publications, dont huit pour le *Bulletin* et dix pour les *Procès-Verbaux* des séances; ce qui porte actuellement le nombre de nos échanges à cent soixante-quatre pour le *Bulletin* et à quarante-six pour les *Procès-Verbaux* des séances.

Du côté du nombre de nos membres, nous avons aussi la joie de nous retrouver plus nombreux. Mais ici pourtant il faut avoir la franchise de noter que l'accroissement n'est pas dû, comme les années précédentes, à l'arrivée de nouveaux membres. L'augmentation est due à cette

(1) Communications faites, mais impression reportée à 1905.

circonstance inaccoutumée que la mort et la défection semblent nous avoir oubliés cette année.

Nous n'avons, en effet, eu qu'un décès et trois démissions, ce qui nous constitue un boni total de dix unités. Mais c'est là une situation que nous ne pouvons pas espérer voir durer. En particulier, nous n'oserions compter que la sinistre visiteuse oubliera le chemin de la maison de nos confrères. Aussi, si dans l'avenir les entrées restaient aussi peu nombreuses que cette année, nous serions rapidement mis en déficit. Préoccupé de cette situation, votre Conseil a examiné la question et aura l'honneur de vous soumettre des propositions pour y remédier. Nous clôturons notre exercice avec le nombre, non encore atteint, de quatre cent quatre-vingt-dix membres.

Encore un petit effort, chers Confrères, et nous arriverons au glorieux demi-millier.

Le tableau suivant vous donnera tous les éclaircissements désirables au sujet du mouvement des différents postes de notre liste de membres :

AU 1 ^{er} JANVIER 1904.	{	Membre protecteur	1
		Membres honoraires	40
		— associés étrangers. . . .	21
		— effectifs. . . .	355
		— associés regnicoles. . . .	63
		Total. . . .	480
ADMISSIONS EN 1904.	{	Membre associé étranger. . . .	1 (M. le prof. Abel.)
		Membres effectifs. . . .	12
		— associé regnicole. . . .	1
		Total. . . .	
DÉCÈS EN 1904 . . .		Membre honoraire	1 (M. Fouqué.)
DÉMISSIONS EN 1904 POUR 1905.	{	Membres effectifs	2 (MM. Brouhon et Le Clément de Saint-Marc.)
		Membre associé regnicole. . . .	1 (M. Van Drunen)
		Total. . . .	

Situation pour 1905.

Membre protecteur	1
Membres honoraires	39
— associés étrangers	22
— effectifs	365
— associés regnicoles	63
TOTAL	490

Vous remarquerez avec moi la grande perte que la science a faite dans la personne de notre savant membre honoraire, *M. Fouqué*, bien connu par ses travaux sismologiques, pétrographiques et vulcanologiques.

Au livre d'or de notre Société, nous pouvons aussi inscrire les distinctions suivantes qu'ont obtenues pendant l'année les confrères dont les noms suivent :

M. E. Harzé a été nommé membre permanent du Conseil d'administration de l'Université libre de Bruxelles;

M. Em. de Margerie a remporté le prix Delesse, pour travaux et services rendus à la Science géologique;

M. Barrois a été nommé membre de l'Institut de France;

M. E. De Mot a été promu Grand officier de l'Ordre de Léopold;

M. le comte Goblet d'Alviella et *M. Mesens* ont été nommés Commandeurs du même Ordre et MM. *Watteyne* et *Ch. Goossens*, officiers;

M. M. Mourlon, délégué du Gouvernement et de notre Société au Congrès géologique de Vienne, en 1903, a reçu la Commanderie, avec plaque, de l'Ordre de François-Joseph;

M. le professeur von Koenen a été nommé membre associé étranger de l'Académie royale des Sciences de Belgique;

M. Rabozée a été nommé capitaine commandant du génie;

M. Kestens, capitaine d'artillerie, adjoint d'état-major, a été nommé professeur à l'École d'application de l'artillerie et du génie et détaché, à cette fin, comme major dans l'armée de la République Argentine, à Buenos-Ayres;

M. Gaston Ithier, sous-lieutenant du génie, a, de même, été détaché comme lieutenant du génie au Ministère de la Guerre de la République Argentine;

M. Slagmuylder a été nommé ingénieur en chef directeur de service à l'Administration des Chemins de fer de l'État;

M. de Dorlodot a été nommé membre de la Commission de surveillance du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique;

M. Buttgenbach a été nommé directeur général des mines de l'État Indépendant du Congo;

M. X. Stainier a été nommé membre de la Commission de la Belgica.

A notre actif, nous inscrirons aussi les excursions suivantes, qui ont eu lieu au cours de l'année :

Le 12 juin, sous la direction de *M. Mourlon* et avec le concours de *M. Rutot* : Environs de Bruxelles, Ketel-Berg, Etterbeek, Watermael-Boitsfort, Stockel et Tervueren.

Le 26 juin, excursion dans le Silurien et le Devonien de la vallée de l'Orneau, sous la direction de M. C. Malaise.

Session annuelle extraordinaire dans le Grand-Duché de Luxembourg, du 5 au 9 septembre, sous la direction de M. V. Dondelinger, ingénieur des mines du Grand-Duché, et de M. A. Jérôme, professeur à l'Athénée, à Arlon.

Excursion pour l'étude du Montien supérieur à végétaux et du facies sparnacien du Landenien supérieur, aux environs de Leval-Trahegnies, sous la conduite de M. Rutot.

Annoncée successivement pour les 2 et 9 octobre, cette excursion n'a pas encore pu avoir lieu, à cause du mauvais temps.

On le voit, la liste est un peu maigre, et cette année nous ne pouvons pas rejeter sur le climat l'abstention par trop marquée et qui menace de devenir chronique, de ces belles et bonnes excursions qui, tout en resserrant les liens de confraternité entre les membres, sont pour tout le monde une source d'instruction et de délassement. Certainement, nous pouvons le dire sans jeu de mots, nous n'allons pas assez sur le terrain, et j'exprime le vœu de tous en souhaitant que l'année qui va venir soit, sous ce rapport comme sous bien d'autres, mieux dotée que ses aînées.

Le rapport spécial de notre confrère Eug. Lagrange vous édifiera sur la question de savoir où en sont les travaux de nos stations sismiques, dont la mise sur pied fut si laborieuse.

Je suis certain que, comme moi, vous êtes, Messieurs, désireux de savoir si l'Exposition de Liège, qui s'annonce si brillante, sera, au point de vue des sciences, digne de l'Exposition de Bruxelles. Le rôle brillant que notre Société et spécialement son Secrétaire général ont joué dans l'élaboration et la réussite de la Section des Sciences, si justement appréciée, ce rôle, dis-je, nous donne quelque droit de nous informer de l'état où en sont les préliminaires de la future Section des Sciences.

Je dois à la vérité de déclarer qu'il y a quinze jours, à peine à cinq mois de l'ouverture de l'Exposition, les choses en étaient à peu près dans l'état où elles étaient avant le déluge. Nous ne savions rien, pas même si la Section avait trouvé chez les pouvoirs publics l'appui pécuniaire indispensable pour assurer sa mise au monde. C'est assez vous dire l'inquiétude qu'inspirait cet état de choses à ceux qui avaient pris cette question à cœur.

Toutefois, de nombreux géologues des principaux centres du pays viennent d'être convoqués, ces jours derniers, au Ministère de l'Intérieur et sous la présidence de M. C. van Overberg, directeur général

des Sciences ; ils ont discuté et finalement adopté un programme dont les éléments essentiels ont été communiqués avant-hier à la Société, au cours de son assemblée mensuelle de décembre.

Les secrétaires généraux de nos deux principales sociétés géologiques : MM. Forir et Van den Broeck, sont chargés, avec le concours de M. le B^{on} Greindl, comme Secrétaire, de faire appel aux géologues belges, pour la réalisation de ce programme, éminemment national. Bien que le temps d'exécution soit des plus fâcheusement limités, on peut espérer qu'au moins une bonne partie des éléments de ce programme sera réalisable, grâce au concours empressé et patriotique que tous vous contribuerez à apporter à l'œuvre nationale de la Section des Sciences de l'Exposition de Liège. Faut-il ajouter que, de même qu'à Bruxelles en 1897, la gratuité complète et absolue est accordée à tous les exposants de la Section ? Mais il faudra se hâter pour l'envoi des adhésions, vu l'exiguité regrettable des locaux concédés.

Il nous reste encore à parcourir les coins les plus semés d'épines de notre rapport. Notre dévoué Trésorier, après dix ans d'une gestion brillante et qui a épargné à la Société bien des pas difficiles, manifeste, cette fois-ci d'une façon formelle, le désir de se décharger du lourd fardeau de nos finances, si peu engageantes à gérer, comme bien vous vous en doutez. Déjà l'an passé, nos instances ont eu beaucoup de peine à le retenir dans ses ingrates fonctions ; aujourd'hui, nous devons bien nous préparer à sa retraite, où le suivra la vive reconnaissance de tous. Je comprends qu'après une gestion aussi remarquable, personne ne se sente de taille à lui succéder, mais avec les conseils que M. Gilbert, j'en suis sûr, ne marchandera pas à son successeur, un collègue zélé saura bien trouver dans son dévouement à la Société le courage de remplir les délicates fonctions de trésorier. Mais ce n'est pas tout. Notre dévoué Secrétaire général nous annonce encore qu'il n'ira certainement pas au delà du dernier mandat que vous lui avez confié. Il avait espéré trouver dans la personne d'un secrétaire en second une aide efficace pour lui permettre de porter quelque temps encore le lourd fardeau du Secrétariat général. Comme vous le savez, notre nouveau Secrétaire, matériellement empêché de réaliser ses promesses, nous envoie, à son tour, sa démission, et dans cet état de choses ce serait de notre part une vraie cruauté, en même temps qu'une coupable négligence, de ne pas nous préparer à la situation qui attend la Société quand, dans trois ans, M. Van den Broeck, après vingt années de labeur continu, quittera définitivement son poste, qu'il remplissait si natu-

rellement que nous l'avions en quelque sorte considéré comme stéréotypé dans ses importantes attributions.

Arrivé au terme des honorables fonctions que je dois à vos sympathies, Messieurs, ce m'est un devoir bien doux de vous remercier et de vous dire combien ma tâche a été pleine de charme et aisée à remplir.

Au milieu des difficultés, jamais ne m'ont fait défaut ni l'appui ni les avis de votre Conseil, ni le concours de tous les membres. La cordialité et la correction, qui n'ont cessé de régner dans nos séances, ont rendu le rôle de votre Président une pure sinécure. Nous avons beaucoup discuté mais jamais disputé, et je ne saurais m'en plaindre, persuadé que je suis que l'homme a bien tort de chercher, par des querelles, à empoisonner le peu d'heures heureuses que la Nature lui accorde. Plus heureux que pour ce qui concerne votre Secrétaire général et votre Trésorier, vous n'aurez pas de peine à trouver parmi vous un Président qui me fasse oublier et qui sache porter en mains viriles le drapeau de la Société dans les circonstances peut-être difficiles qu'elle aura encore à traverser. Je lègue à mon successeur une situation non exempte de dangers; votre appui et votre sympathie ne lui manqueront pas plus qu'ils ne m'ont fait défaut. X. STAINIER.

(*Applaudissements.*)

M. le *Secrétaire général* donne ensuite lecture du rapport ci-après de M. E. Lagrange sur les stations géophysiques de Quenast et de l'Agrappe.

E. LAGRANGE. — Les stations sismiques de Quenast et de Frameries.

Nous n'avons pu, l'année dernière, présenter à la Société, au sujet des stations sismiques de Frameries et de Quenast, aucun rapport ayant quelque intérêt. La première en était à la période d'installation, qui s'est, comme toujours, montrée fertile en incidents, et quant à la seconde, les travaux avaient dû y être suspendus. Pendant le courant de l'année 1905, on ne sait encore par suite de quelles circonstances, malgré tout le soin qui avait été apporté à la construction de l'abri, les eaux de pluie et peut-être des eaux d'infiltration directe dans les joints de cassure de la masse porphyrique sont parvenues peu à peu à pénétrer dans la toiture; une atmosphère complètement saturée de vapeur d'eau a régné dès lors d'une manière ininterrompue dans le

local. Peu à peu, il a fallu constater que les observations devenaient impossibles, et les interrompre pour procéder à la réfection complète de l'abri. Les instruments utilisés ont dû également être soumis à une complète revision. Nous pouvons heureusement ajouter que le tout a été remis en état dans le courant de cette année et que les observations ont repris.

Malgré les difficultés qui se sont présentées dans l'organisation de la station de Quenast, l'examen des données photographiques nous a permis de constater, dès maintenant, un *fait important* qui résulte de la comparaison des données que nous y avons recueillies, des documents que nous recevons des stations sismiques étrangères et de ceux que publie CIEL ET TERRE sous la rubrique : *Principaux phénomènes sismiques enregistrés à Uccle*. Il s'agit de la revision rapide des rouleaux photographiques obtenus à cette station, que nous avons nous-même inaugurée dans cette publication et qui, depuis le don de la station fait par M. Solvay à l'État, est aujourd'hui confiée à M. Somville.

Ce fait important est le suivant : Le nombre des mouvements sismiques enregistrés à Quenast, sur le massif porphyrique, est beaucoup moindre qu'à la station d'Uccle, installée sur les sables tertiaires. L'agitation sismique générale est aussi beaucoup moins marquée à Quenast qu'à Uccle. Si nous faisons la réflexion que les appareils installés sont les mêmes et ont, à fort peu près, la même sensibilité, nous sommes en droit de dire que le phénomène ainsi mis en évidence présente son importance. Ce n'est pas le lieu ni le moment de détailler ici les raisons qui nous font émettre cette opinion. Nous la justifierons prochainement par un rapport détaillé. Il est, d'ailleurs, un autre phénomène qui nous a fortement frappé, c'est le peu d'effet que les explosions des mines, même très voisines de la cave géophysique, produisent sur les pendules ; les tirages de 4 heures, de 8 heures et de midi suivent leurs traces régulières sur le papier photographique par des écarts brusques, mais les points lumineux ne sortent que bien rarement du rouleau d'inscription, ce qui indique que les angles de déplacement sont extrêmement faibles. Ce fait montre le rôle important de la nature du sol. Quant à celui de la moyenne bien plus faible observée dans le nombre des microsismes, il y aura lieu de l'étudier d'une manière plus approfondie, lorsque le temps nous aura donné des matériaux plus nombreux.

Le fonctionnement du pendule de Quenast nous donne, à fort peu près, à l'heure actuelle, entière satisfaction. La fixation et la surveillance de l'heure sont encore cependant des problèmes que nous n'avons

pu complètement résoudre, mais qui le seront, je l'espère, prochainement.

La situation de la station sismique de Frameries, malgré tous mes efforts, laisse encore beaucoup à désirer. Nous avons à y lutter avec de nombreuses difficultés, dont la seule que je veuille retenir ici est l'éclairage. Le seul mode d'éclairage possible est un éclairage électrique, complètement renfermé, dans un milieu aussi grisouteux que celui du charbonnage de l'Agrappe (puits n° 3, ou du Grand-Trait). Cet éclairage ne peut en outre se faire qu'à l'aide d'accumulateurs transportables et qu'il faut changer chaque jour; de là de nombreuses difficultés pratiques que nous ne sommes pas encore parvenu à surmonter; la chose est d'autant plus compréhensible que, éloigné de notre station nouvelle et d'ailleurs retenu à Bruxelles par la besogne journalière, nous n'avons pu y descendre aussi souvent que nous l'aurions voulu; les personnes qui nous prêtent là-bas leur aide doivent donc refaire elles-mêmes une école, que nous aurions tout fait pour leur éviter.

Pendant les premiers mois de 1904, nous avons constaté à l'Agrappe une agitation sismique continue presque égale à celle que nous observions à Uccle pendant les mois d'hiver et au commencement du printemps. Nous avons donc été conduit à diminuer la sensibilité des pendules et, actuellement, lorsque l'éclairage fonctionne d'une manière satisfaisante, les courbes accusent nettement les mouvements sismiques. Le cas est le même que celui de Quenast, sans cependant que la conclusion à en tirer puisse être identique. Le nombre des sismes semble plus faible, pour les mois où la comparaison nous a été possible, qu'à Uccle et aux stations étrangères dont nous possédons les données.

Le mois de juin 1904 nous a donné trois microsismes dus à des tremblements de terre mondiaux, les 24, 25 et 26. Ils concordent absolument avec ceux des mêmes dates que renseigne le Rapport de cette année de M. Milne, qui vient de nous parvenir.

La station d'Uccle ayant une lacune de plusieurs mois, janvier à juillet 1904, ne les renseigne donc pas.

Ces trois mouvements ayant eu lieu en outre pendant trois journées consécutives et le reste du mois ayant été parfaitement calme, il y aurait là, pensons-nous, une occasion première d'examiner s'ils ont eu une répercussion quelconque sur le dégagement grisouteux, et *il me semble opportun* que le *Comité du grisou* fasse les démarches nécessaires pour se procurer les données « grisou » à comparer aux précédentes.

M. le *Secrétaire* dépose le compte rendu sommaire ci-après, rédigé par M. le *professeur Jérôme*, de la session annuelle extraordinaire de 1904 dans le Grand-Duché de Luxembourg.

Compte rendu sommaire des excursions, dans les Luxembourgs belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

La session annuelle extraordinaire de la Société s'est tenue cette année, du 5 au 9 septembre, dans le Luxembourg belge et dans le Grand-Duché de Luxembourg.

Les participants, au nombre d'une vingtaine, se sont réunis, le 5 septembre 1904, à Arlon, où ils prirent, en voiture, après le déjeuner, la direction du Nord, par la route de Bastogne.

Au sortir de la ville, à l'endroit dit *Scherenschleiffer*, ils firent une première halte auprès d'une sablonnière, où ils purent observer la constitution lithologique du Virtonien inférieur (*Vra^s*) à facies sableux, tel qu'il se présente généralement à l'Ouest d'Arlon, et bien distinct des marnes et argiles qui le caractérisent dans le Grand-Duché.

A la borne kilométrique 4, une carrière dans la partie supérieure du grès du Luxembourg, à gauche de la route, permet d'observer un bon contact entre la *marne de Strassen* (*Snb^m*) et le *calcaire sableux de Florenville* (*Sna^s*). Un ou deux bancs calcaro-gréseux servent de transition entre ces deux assises. Les excursionnistes recueillirent sur place des *Gryphea arcuata*, toujours nombreuses à la partie inférieure de la marne.

Les excursionnistes, poursuivant leur route, arrivèrent un peu plus loin à la *Côte rouge*. La partie supérieure de ce talus escarpé, haut d'une trentaine de mètres, montre des bancs de grès calcareux alternant avec du sable (*Sna^s*), tandis que le bas offre une puissante assise de sable jaunâtre cohérent, sans banc de grès (*sables de Metzert*, *Htb^s*). Du haut de la Côte rouge, vers le Nord, on jouit d'une vue superbe sur la vallée de l'Attert, que l'on voit s'étendre sur le versant opposé jusqu'à la bordure Sud de la grande forêt des Ardennes.

Au kilomètre 6 se présente un talus dans la *marne de Jamoigne* *Htb^m*. A l'origine du chemin de Schadeck, les déblais occasionnés par la construction d'une maison ont mis à nu le *grès de Mortinsart* (*Rh*); un peu plus bas, dans une prairie à droite de la route, les *marnes irisées du Keuper* (*Steinmergelkeuper* des géologues allemands) se caractérisent

par leurs couleurs bariolées et l'intercalation de plaquettes de dolomie blanche.

Continuant à descendre dans la vallée pour traverser le ruisseau l'Attert au village de ce nom, les excursionnistes passèrent sur le versant opposé et observèrent, dans une carrière en face de la maison de M. le Dr Gregorius, les *facies poudingiformes du Keuper inférieur et du grès bigarré (Pæcilien)*, au milieu desquels un banc dolomitique est renseigné comme *Muschelkalk* par la Carte géologique, mais dont la position stratigraphique est discutée.

Après avoir atteint, à Nothomb, la bordure Nord des terrains secondaires et rencontré les phyllades coblenciens (*Cb1b*), les excursionnistes revinrent vers le village de Grendel, passèrent la frontière entre ce village et Niedercolpach, et retrouvèrent sur la route d'Ettelbruck à Arlon, au retour dans cette ville, la succession des terrains observés au départ, mais en sens inverse.

Le soir, après le dîner, on se réunit au local de la Société géologique du Luxembourg, où le président, M. Cornu, souhaita la bienvenue aux confrères de la Société belge de Géologie et où l'on constitua le bureau.

Celui-ci fut formé de la manière suivante :

M. Léopold Van Werveke, conseiller des mines à Strasbourg (1), président d'honneur;

M. Victor Dondelinger, ingénieur des mines à Luxembourg, président;

MM. Jérôme et Lejeune de Schiervel, secrétaires.

Le 6 septembre, le train de 7 h. 9 conduisit les excursionnistes à Luxembourg, où M. Dondelinger se joignit à eux et les accompagna aux importantes usines de Dudelange, à la frontière Sud du Grand-Duché. A la descente du train dans cette localité, les chefs de service de l'établissement industriel se mirent à leur disposition pour les conduire dans les minières et leur faire voir les travaux d'extraction du minerai. M. Dondelinger, dans une conférence, suivie avec le plus vif intérêt, exposa la constitution stratigraphique et tectonique du terrain minier, les théories proposées pour expliquer sa formation et fit connaître dans ses grands traits la loi qui régit l'extraction minière dans le Grand-Duché. Des minières on se rendit aux hauts fourneaux, aciéries et laminoirs, au sujet desquels les ingénieurs de l'usine fourni-

(1) Au dernier moment, M. Van Werveke, qui avait consenti à diriger une partie des excursions, en fut empêché par suite de son mauvais état de santé.

rent, avec la plus grande obligeance, toutes les explications désirables. Enfin les excursionnistes, après avoir assisté au déjeuner que M. Mayrisch, l'aimable directeur général de la Société industrielle, avait fait servir en leur honneur, reprirent le train de Luxembourg, et l'après-dîner fut consacré à la visite de cette ville, de l'Exposition du métier et de la petite industrie, des rochers et des vallons si pittoresques de l'Alzette et de la Petrusse, de l'arche du nouveau pont, aussi élégante que gigantesque, jetée en travers du profond ravin séparant la gare de la ville.

Le soir, après le dîner, M. Sax, l'ingénieur de la ville, voulut bien se charger, dans une conférence très documentée, d'exposer la technique et l'économie de l'ensemble des travaux d'alimentation en eau potable de la ville de Luxembourg.

Le mercredi 7 septembre, à 7 heures du matin (heure de l'Europe centrale), les géologues prirent le train d'Ettelbruck jusqu'à Dommeldange. Là ils purent observer un intéressant affleurement de Rhétien en gare du chemin de fer secondaire, ainsi que les marnes compactes du Keuper, immédiatement inférieures. Puis, montant dans le train du nouveau chemin de fer secondaire Luxembourg-Echternach, ils atteignirent, en suivant un vallon pittoresque, le haut plateau de Senningen, recoupant ainsi en ligne oblique toute la puissante formation du grès de Luxembourg. A la station de Hostert, ils se retrouvèrent dans les assises inférieures du même grès, qu'ils purent observer dans leurs détails en parcourant à pied les profondes tranchées creusées pour la ligne du chemin de fer entre Hostert et Ernster.

Dans cette promenade pédestre, à la limite du *Lias* et du *Keuper*, on se rend facilement compte de la différence des deux formations : la première, constituée essentiellement de grès et de sable, avec des marnes et de minces bancs de calcaire à la base, se dresse à gauche en talus raide donnant difficilement accès à de vastes plateaux couronnés de forêts ; la seconde, formée de marnes et de bancs de dolomie, s'étend à droite en une plaine étendue, couverte de champs de culture et de pâturages, dont les teintes variées se tachent par-ci par-là des étranges bigarrures des marnes nues, là où ces dernières sont ravinées ou rendues stériles par suite d'une compacité trop grande. Au niveau le plus bas de la plaine serpente la Syr, affluent de la Moselle, au delà de laquelle se dressent le Widenberg et le Crequisberg, deux mamelons isolés, ou îlots de grès de Luxembourg, qui sont là pour attester l'importance de l'érosion qui les a séparés de la masse principale du *Lias*, à laquelle ils ont été incontestablement réunis.

D'Ernster à Echternach, en chemin de fer, on remonte à travers toute l'épaisseur du grès de Luxembourg jusqu'au plateau de Consdorf, où le grès est couvert des marnes et calcaires supérieurs (marnes de Strassen à Gryphées arquées), puis on descend par le romantique vallon du Lauterbornbach, entre des masses imposantes de rochers aux aspects ruiniformes, jusqu'à la pittoresque petite ville d'Echternach.

Le même jour après midi, les excursionnistes descendirent en voiture la vallée de la Sûre jusqu'à Rosport. Dans ce parcours, on observa diverses failles intéressantes dans le Muschelkalk (étage moyen du Trias). L'une d'elles met le grès bigarré supérieur (Vltziensandstein des Allemands) ou Pœcilien, au niveau du Muschelkalk inférieur, et la faille apparaît très nette, grâce aux teintes rouges et vertes si tranchées du grès bigarré. Les géologues belges retrouvèrent dans ces grès bigarrés des caractères lithologiques qui rappellent à s'y méprendre le facies des psammites du Condroz. M. Dondelinger fit remarquer d'abondants bouillonnements dus au dégagement d'acide carbonique dans le lit de la Sûre à la traversée de la faille, qui, comme la plupart des fractures de la même région, a une direction Sud-Ouest – Nord-Est. Enfin, après avoir observé le caractère gréseux et dolomitique de l'assise inférieure du Muschelkalk, exploitée comme pierre de taille en maints endroits et surtout près de la station de Born sur la Basse-Sûre, les excursionnistes regagnèrent Echternach, d'où ils se rendirent au site célèbre de la Wolfschlucht, si connu des touristes qui parcourent le Grand-Duché et dont la sauvage grandeur est due uniquement à une colossale diaclase et à des éboulements des masses rocheuses du grès de Luxembourg.

Le lendemain, on se sépara en deux groupes. Le premier, dont M. le Dr V. Jacques voulut bien prendre la direction, parcourut les sites les plus intéressants de la petite Suisse luxembourgeoise. Le second, sous la direction de M. Dondelinger, se rendit par la ligne de chemin de fer de la Basse-Sûre à Wasserbillig, et de là gagna à pied le village d'Igel, où s'élève le célèbre monument romain que, dans une pensée vaniteuse, les Secundini, commerçants enrichis, édifièrent pour transmettre leur nom à la postérité. Cette promenade matinale à partir du confluent de la Sûre avec la Moselle, le long de cette belle rivière, fut pleine de charme et marquée de constatations intéressantes. On observa très nettement, à Wasserbillig même, une première faille dans le prolongement du lit supérieur de la Moselle, mettant le Muschelkalk supérieur au niveau du Muschelkalk inférieur; une autre un peu avant Wasserliesch, parallèle à la première et dont la lèvre orientale est

constituée de grès bigarré (Bunsandstein) et la lèvre occidentale de Muschelkalk moyen.

On visita, un peu avant cette faille, une épaisse lentille de gypse intercalée dans le Muschelkalk moyen et exploitée en galerie souterraine; et l'on admira les magnifiques escarpements rouge vif de grès bigarré se dressant à côté de la route sur la rive gauche de la rivière.

D'Igel à Trèves, la Moselle, grossie de la Sarre, coule dans une large vallée bordée à gauche des mêmes grès, à droite des schistes du Hundsruick et dont le fond est couvert d'épaisses alluvions. Cette partie du trajet ayant été accomplie en chemin de fer, les excursionnistes employèrent le restant de la journée à admirer, à Trèves, la masse imposante de la Porta Nigra, les belles proportions architecturales des églises du Dôme et de Notre-Dame, les ruines pittoresques du Palais impérial et de l'Amphithéâtre, et enfin les riches collections archéologiques et ethnologiques du Provinzial Museum.

En divers endroits, M. Dondelinger montra les témoignages manifestes de la surélévation depuis l'époque romaine du sol de la ville de Trèves, surélévation due aux dépôts d'alluvion de la Moselle. Sur le haut plateau entre Luxembourg et Hostert, au contraire, les excursionnistes avaient longé pendant un assez long trajet un restant de route romaine, « le Kiem » dans le langage du pays, exhaussée d'une façon très sensible par rapport au sol avoisinant. Sur les plateaux, le sol est descendu depuis les seize à dix-sept siècles qui nous séparent de l'époque romaine, à raison de 1 millimètre environ par année, soit de 1^m50 à 2 mètres. Les routes romaines résistent à raison de la solidité de leur construction.

Les deux groupes se rejoignirent le soir du quatrième jour à Diekirch, où, à leur descente du train, M. Lang, président du cercle Diekirch-Attractions, leur adressa, entouré de son comité, un aimable compliment de bienvenue, et remit à M. Kemna un superbe bouquet, en sa qualité de vice-président de la Société belge.

Le lendemain matin, on fit de bonne heure l'ascension du Herrenberg, montagne située au Nord-Est de Diekirch. M. Ch. Limpach, garde-mines à Diekirch, qui prit la direction de cette excursion, avait eu l'amabilité de dresser et d'expliquer au préalable à l'*Hôtel des Ardennes*, à l'intention des géologues, la coupe des assises géologiques qui constituent cette hauteur remarquable, dont le plateau supérieur est à l'altitude de 479 mètres, tandis que la Sûre coule au niveau de 190 mètres.

On retrouva au pied de la montagne les *poudingues* et *conglomérats du grès bigarré* tels qu'on les avait observés le premier jour à Attert, et

tels qu'ils se trouvent partout au bord Sud de l'Ardenne, tandis qu'on n'en trouve aucune trace dans les affleurements de la région du Hunsrück. En montant, les poudingues passent au grès entremêlé d'argiles rouges ou violettes. Plus haut, les grès dolomitiques du *Muschelkalk inférieur* reposent en concordance de stratification sur les grès pœciliens et s'en distinguent par leurs couleurs claires; puis viennent les marnes dolomitiques du *Muschelkalk moyen*, dont la présence se manifeste à la surface par un adoucissement très sensible de la pente; enfin, vers la partie supérieure se dressent les talus raides dus au *calcaire dolomitique à entroques* et aux *couches à Ceratites nodosus* du *Muschelkalk supérieur*. Le tout est couronné d'une épaisseur variable de terrain diluvien.

Après la visite du Herrenberg, les excursionnistes montèrent dans le vicinal Diekirch-Vianden, sur la ligne duquel s'observe nettement le contact en discordance de stratification du grès bigarré et du Devonien inférieur. A Vianden, on se retrouva en plein Coblencien, avec les caractères qu'il présente dans nos Ardennes. On ne fit pas d'observation géologique intéressante, mais on admira le site superbe et les restes remarquables de l'ancien château fort.

C'est dans ce beau cadre que M. Kemna, vice-président de la Société belge de Géologie, adressa ses remerciements les plus chaleureux aux organisateurs de l'excursion qui, indépendamment de son intérêt intrinsèque, avait eu l'immense avantage d'être favorisée de l'absence complète de pluie et des charmes d'une température tout à fait agréable.

M. le Dr Th. Gilbert, trésorier, donne lecture des documents suivants :

RAPPORT DU TRÉSORIER.

Caisse (année 1904, jusqu'au 12 décembre inclus).

Recettes.

Reprise de l'encaisse du 31 décembre 1903	fr.	527	73
Cotisations et droits d'entrée des membres		5,310	»
Vente des publications et abonnements au <i>Bulletin</i>		946	»
Subsides de l'État belge (loi du 29 février 1904)		1,000	»
Subside de la province de Brabant, pour 1904		1,000	»
Subside de la province d'Anvers, accordé en 1903.		500	»
Location de la bibliothèque sociale au Ministère du Travail		300	»
Intérêts de la réserve statutaire, des fonds réservés pour la Section du Grisou, primes et arbitrage du portefeuille		801	37
Compte d'ordre		29	90

TOTAL DES RECETTES. fr. 10,415 00

Dépenses.

Impression, planches et distribution du <i>Bulletin</i>	fr.	7,215 21
Personnel du Secrétariat et des bibliothèques		1,245 »
Frais des séances, excursions, ports, papeterie et divers		487 76
Section du Grisou (déplacements, papier photographique, etc.)		837 65
Bibliothèque (reliures, assurance, abonnements et divers)		118 91
Mobilier (acquisition de diapositives pour projections lumineuses)		31 60
Compte d'ordre		29 90
TOTAL DES DÉPENSES.		fr. 9,966 03
RESTE EN CAISSE.		448 97
BALANCE.		fr. 10,415 »

Bilan au 12 décembre 1904.**Actif.**

Encaisse	fr.	448 97
Réserve statutaire et fonds du Grisou (garantie)		10,106 »
Débiteurs : cotisations		343 75
— publications		250 »
— subside ville d'Anvers 1904		500 »
— — province d'Anvers 1904		500 »
		1,593 75
Déficit.		1,041 33
TOTAL.		fr. 13,190 05

Passif.

Réserve statutaire inaliénable.	fr.	8,600 »
Créditeurs divers		1,915 »
Prévision pour solde des publications de 1904		1,729 80
Fonds du Grisou (solde)		945 25
TOTAL		fr. 13,190 05

Budget de 1905.**Recettes.**

Cotisations et droits d'entrée	fr.	5,285 »
Ventes et abonnements.		555 »
Subside : État belge		1,000 »
— province de Brabant		1,000 »
— province d'Anvers.		500 »
— ville d'Anvers		500 »
		3,000 »
Intérêts des garanties		445 »
Location de la bibliothèque sociale		300 »
TOTAL.		fr. 9,585 »

Dépenses.

Solder le déficit	1,044 33
Employés du Secrétariat et des bibliothèques	1,420 »
Tome XIX du <i>Bulletin</i> (impression, planches, distribution)	5,500 »
Conférences et excursions	250 »
Abonnements, reliures	150 »
Frais généraux divers	1,223 67
TOTAL. . . . fr.	9,585 »

Au cours de l'année 1904, aucune rentrée de fonds n'eut lieu pour vente des publications de la carte pluviométrique, dont l'avoir est partant resté ce qu'il était antérieurement.

M. le *Président* pense être l'interprète de l'Assemblée pour féliciter M. le *Trésorier* de sa remarquable gestion des finances de la Société pendant une période de dix années consécutives. (*Applaudissements.*)

A cette occasion, M. le Dr *Jacques* soulève la question de savoir s'il convient de laisser au Trésorier la responsabilité de la vente et de l'achat des titres en lesquels sont placés les fonds de la Société, spécialement ceux provenant des cotisations à vie et des adhésions à perpétuité, qui doivent rester capitalisés.

L'Assemblée est unanime à reconnaître que pareille responsabilité ne peut incomber au Trésorier, et si M. le Dr *Gilbert* a bien voulu, à titre personnel, l'assumer jusqu'ici, on ne pourrait réclamer pareille obligation chez son successeur. D'ailleurs les membres du Conseil de la Société ont pour devoir commun d'assumer cette responsabilité financière.

Dans cet ordre d'idées, l'Assemblée décide, en vue de couvrir la responsabilité personnelle du Trésorier, de soumettre, à l'avenir, aux délibérations du Conseil, ou tout au moins du Bureau de la Société, les propositions de vente et d'achat de fonds.

Cet objet sera mis à l'ordre du jour d'une prochaine assemblée mensuelle.

Session annuelle extraordinaire de 1905 et programme des excursions de l'année.

M. le *Secrétaire général* fait connaître qu'en sa dernière séance, le Conseil a proposé de faire cette session à Liège, où aura lieu l'Exposition universelle, laquelle comprendra une Section des Sciences d'un

caractère essentiellement *national* et qui comportera une Classe spéciale de géologie. Les confrères et amis de Liège seront invités à bien vouloir préparer cette excursion, ainsi que des visites à l'Exposition et aux Universités et instituts de Liège, ouverts au public à l'occasion de l'Exposition.

Cette proposition est adoptée.

Au point de vue des excursions ordinaires pendant l'année 1905, des courses d'un ou deux jours sont inscrites au programme, savoir :

1° Excursion en Campine, à propos de nouvelles interprétations de divers dépôts tertiaires et quaternaires;

2° Excursion à Furfooz et dans la vallée de la Lesse; études de pré-historique et d'hydrologie;

3° Excursion à Couvin et à Givet; étude des calcaires et de la spéléologie régionale;

4° Excursion à Leval-Trahegnies, course n'ayant pu avoir lieu l'année dernière, à cause du mauvais temps;

5° Excursion à Anvers; étude du Pliocène supérieur poederlien et des dépôts quaternaires et modernes des nouveaux bassins du Nord d'Austruweel.

ÉLECTIONS.

L'ordre du jour appelle ensuite les élections.

Élection d'un membre honoraire :

Est élu *par acclamation* : M. Dr F. W. Harmer, membre associé étranger.

Élection d'un Président :

Est élu *par acclamation* : M. Ad. Kemna.

Élection d'un Secrétaire :

Est élu : M. le capitaine baron Greindl.

Élection d'un Trésorier :

Est élu : M. Ch. Fievez.

Élection de quatre Vice-Présidents :

Sont élus : MM. Cuvelier, Gilbert, Rutot et Stainier.

Élection de deux délégués du Conseil :

Sont élus : MM. de Dorlodot et Willems.

Élection de trois membres du Conseil :

Sont élus : MM. Cornet, Malaise et Mathieu.

Par suite de l'entrée au Conseil de MM. *Fievez* et *Mathieu*, membres, en 1904, de la Commission des comptes, le remplacement de ces collègues par voie d'élection s'impose.

Toutefois, ce point n'ayant pas été prévu ni inscrit à l'ordre du jour de l'Assemblée générale, l'élection des remplaçants de ces collègues aura lieu dans une prochaine séance mensuelle.

COMPOSITION DU BUREAU, DU CONSEIL ET DES COMITÉS.

Par suite des élections ci-dessus indiquées, le Conseil (1) est constitué ainsi qu'il suit pour l'exercice 1905 :

Président :

Ad. Kemna.

Vice-Présidents :

E. Cuvelier, Th. Gilbert, A. Rutot et X. Stainier.

Secrétaire général : **E. Van den Broeck.**

Secrétaire : **baron L. Greindl.**

Trésorier :

Ch. Fievez.

Bibliothécaire :

L. Devaivre.

Délégués du Conseil :

H. de Dorlodot, V. Jacques, M. Mourlon et J. Willems.

Membres du Conseil :

**J. Cornet, F. De Schryvere, C. Malaise, E. Mathieu,
H. Rabozée et C. Van de Wiele.**

(1) Le *Bureau* est constitué par le Président, les quatre Vice-Présidents, le Secrétaire général, le Trésorier et les quatre délégués du Conseil.

COMITÉS SPÉCIAUX.

Comité de vérification des comptes :

Seront élus à la séance de janvier 1905.

Comité des publications :

E. Cuvelier, V. Jacques et G. Jottrand.

Comité des matériaux de construction :

Président : J. Willems.

Membres :

Gillet, Rabozée, Van Bogaert et Van Ysendyck.

Comité permanent d'études du grison :

(Voir les listes spéciales détaillées publiées antérieurement.)

Propositions du Conseil.

M. le *Secrétaire général* expose que l'impression du mémoire in-4° de M. *Bommer* ayant donné lieu à une dépense considérable, eu égard à ce fait que, conformément aux obligations statutaires, il a dû être remis gracieusement aux membres, et la Société étant saisie de la publication du mémoire non moins intéressant de M. *Stübel*, devant constituer un fascicule II des *Mémoires* in-4°, le Conseil a émis l'avis, eu égard au précédent, que la réalisation de cette dernière publication ne pourrait s'opérer qu'à la condition, non plus d'offrir ce travail aux membres à titre gracieux, mais de le mettre en vente à des conditions très favorables toutefois pour les membres.

A cette fin, le Conseil a été amené à proposer une modification aux articles 11, 12, 15, 17, 19 et 20 des statuts.

L'Assemblée, après avoir délibéré sur ce point, décide la création d'un article 20^{bis} des statuts, qui sera ainsi conçu :

« Sont exceptées des stipulations des articles 11, 12, 15, 17, 19 et 20 des statuts, *les publications in-4°* de la Société. Les conditions pour l'obtention de ces mémoires seront, dans chaque cas, déterminées par une décision du Conseil. »

L'Assemblée décide, en outre, comme première application de cette décision, l'impression du mémoire in-4° de feu M. *Stübel*, et, sous réserve d'obtention de devis favorables, celle d'annexes à ce mémoire, traduites, comme ce dernier, par M. le professeur W. Prinz.

**Coopération de la Société à la Section des Sciences de
l'Exposition de Liège et au Congrès de Géologie appli-
quée, à Liège, en 1905.**

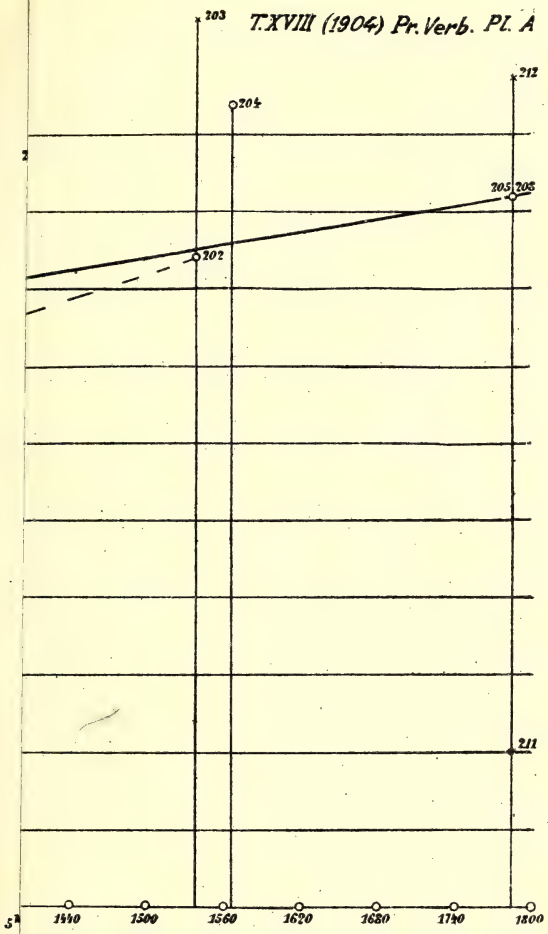
Cette coopération est décidée à l'unanimité, et à cette fin, MM. E. Van den Broeck et le baron Greindl, chargés de contrôler les adhésions au sein de la Société belge de Géologie, font un nouvel appel aux membres présents qui seraient désireux d'exposer à Liège.

Installation du Bureau pour l'exercice 1905.

En prenant possession du fauteuil de la présidence, M. *Kemna* regrette vivement l'absence du président sortant, M. *X. Stainier*, et remercie l'Assemblée de la marque de confiance qu'elle a bien voulu lui témoigner; il fera tout son possible pour la justifier.

La séance est levée à 9 h. 45.





Kew
Shide

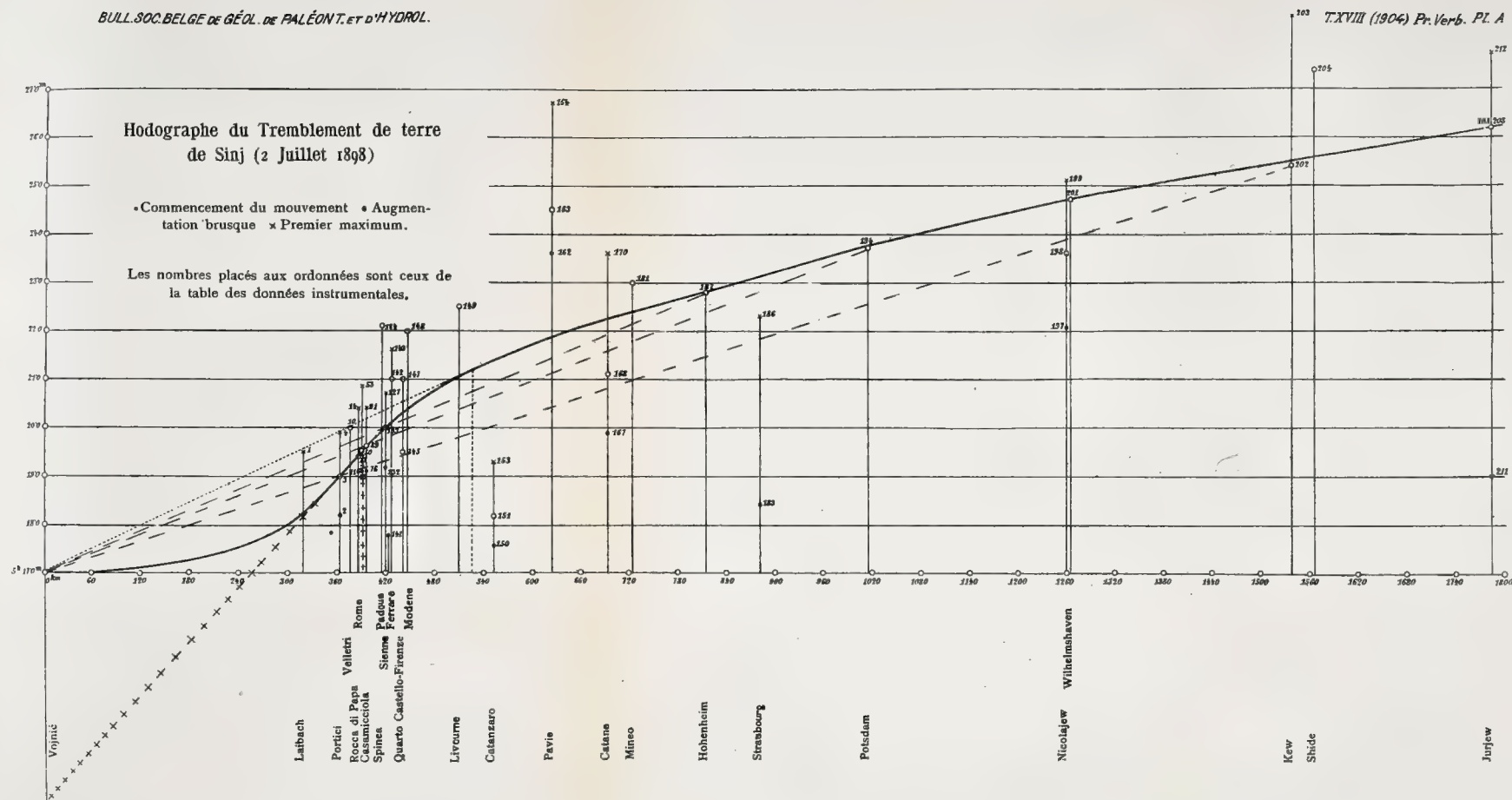
Jurjew



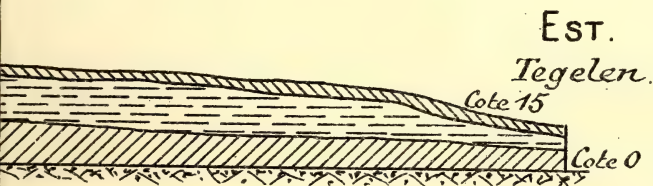
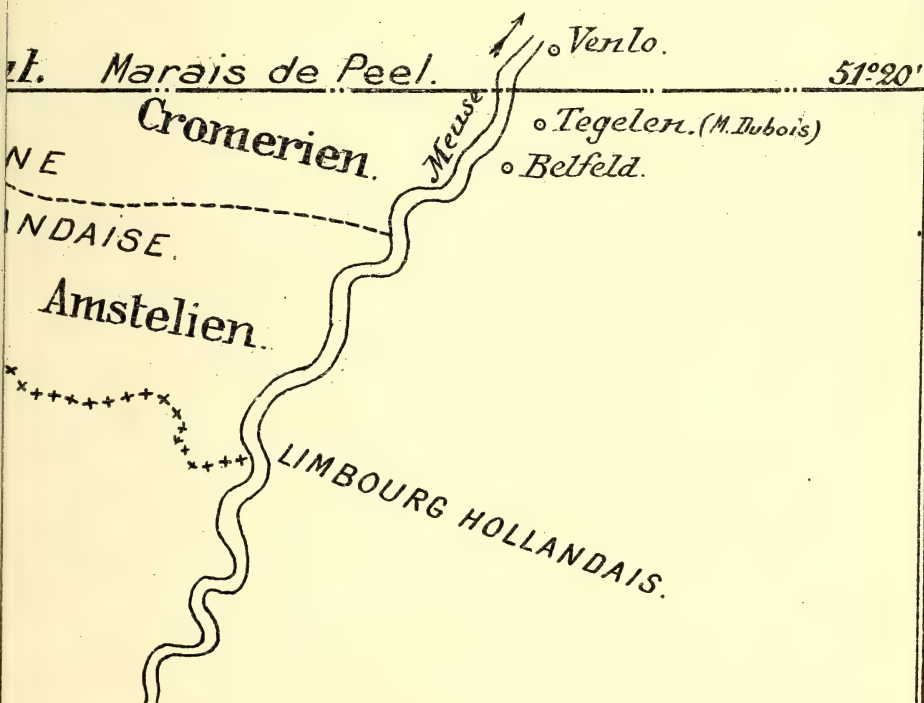
Hodographe du Tremblement de terre de Sinj (2 Juillet 1893)

• Commencement du mouvement • Augmentation brusque
x Premier maximum.

Les nombres placés aux ordonnées sont ceux de la table des données instrumentales.





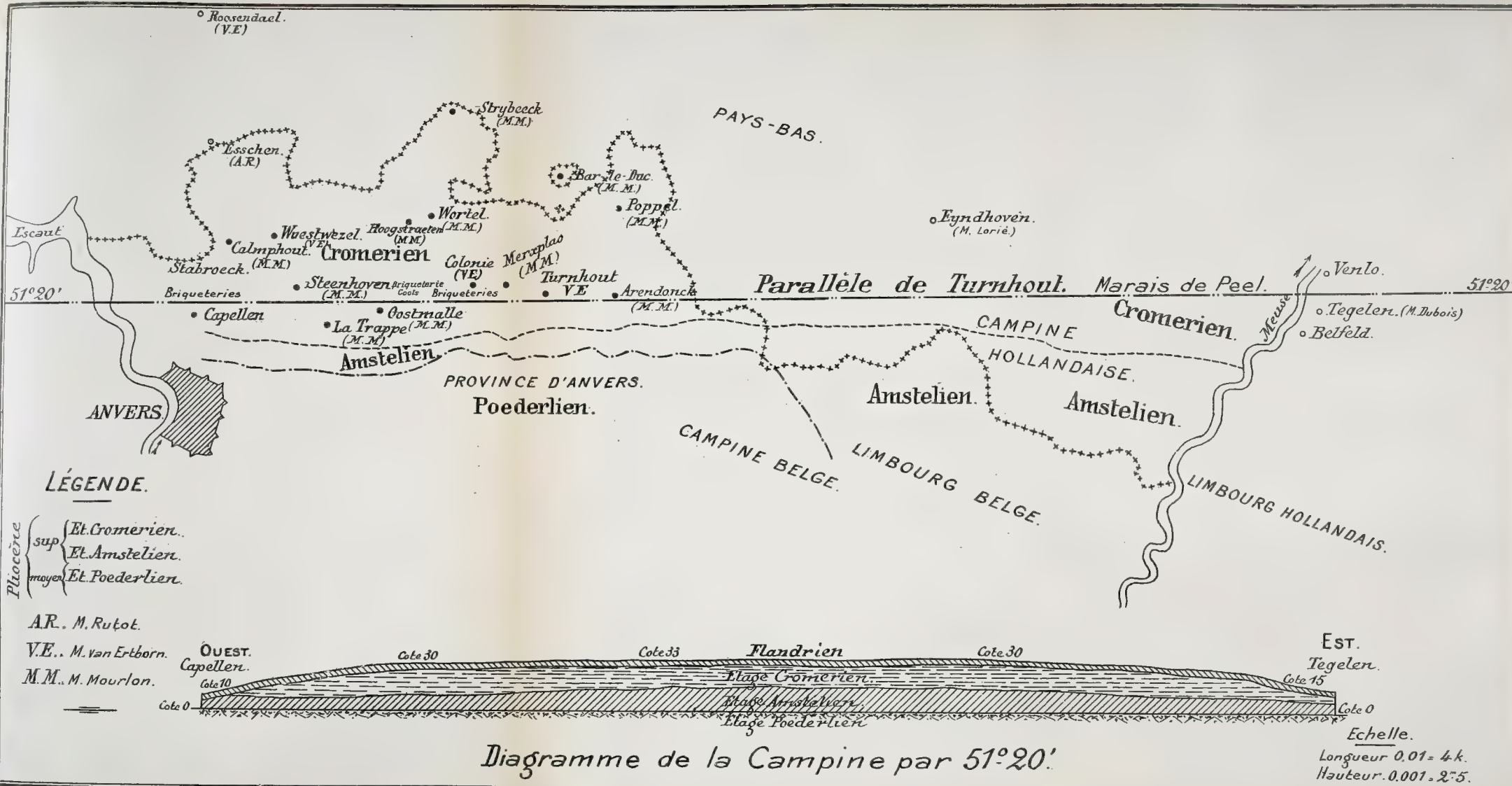


Echelle.

Longueur 0.01 = 4 k.

Hauteur 0.001 = 2"5.

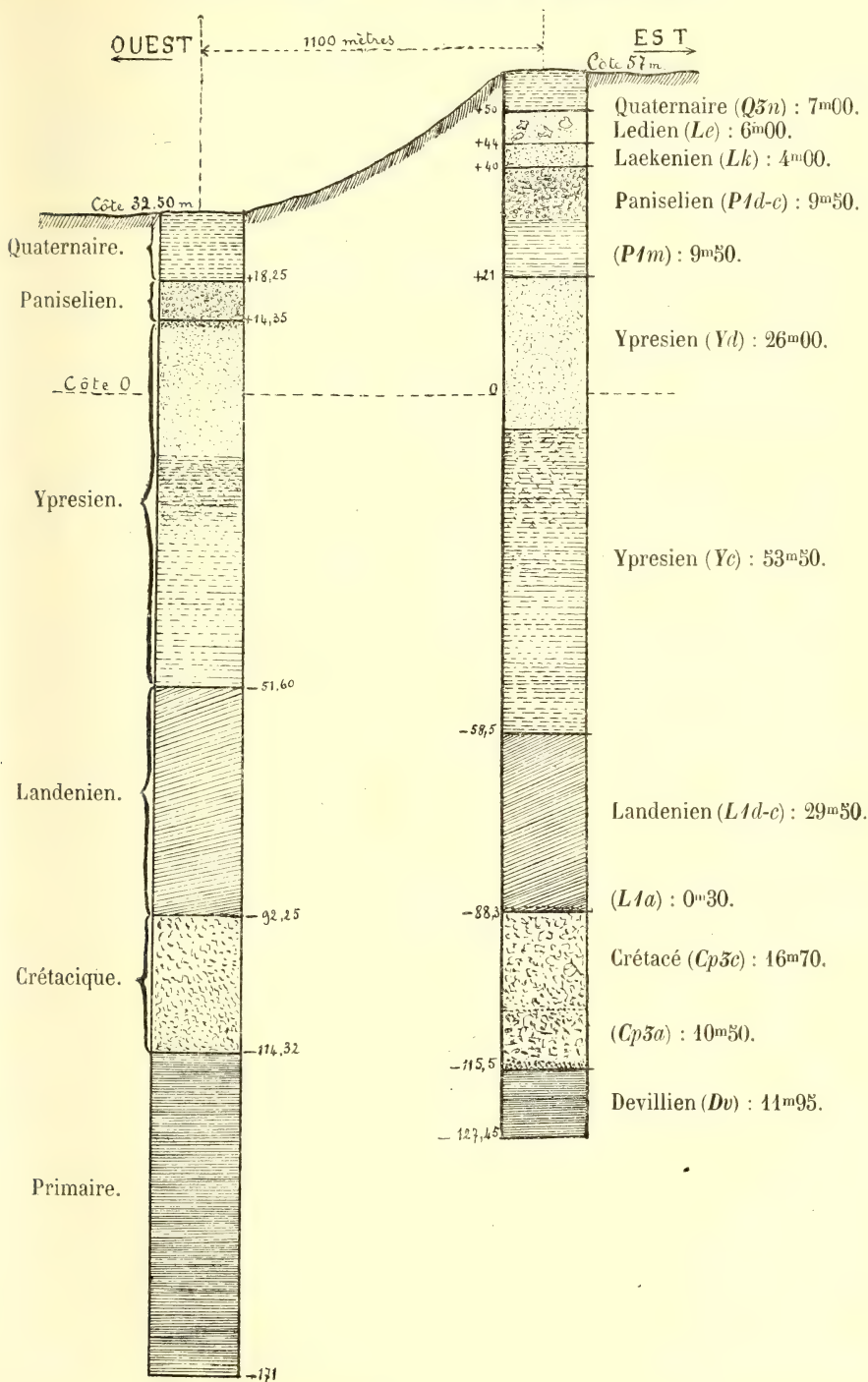






PUITS DE HEYSEL.

PUITS DU GROS-TILLEUL.





MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XVIII

(Deuxième série, tome VIII)

ANNÉE 1904

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BRUXELLES

TOME XVIII — ANNÉE 1904

AD. KEMNA

LES RÉCENTES DÉCOUVERTES DE POISSONS FOSSILES PRIMITIFS

(DEUXIÈME NOTICE) (1)

I. Coelolépides. — 1. Découverte des conodontes; Pander, 1856, 4. — 2. Gisement, 4. — 3. Interprétation comme dents de Poissons; Pander, 5. — 4. Autres interprétations, 6. — 5. Conodontes, dents d'Annélides; Rohon et Zittel, 1886, 7. — 6. Observations sur cette interprétation, 8. — 7. Certains conodontes sont de vraies dents; Rohon, 1889, 9. — 8. Signification de la vaso-dentine, 10. — 9. Dents et écailles dermiques, 11. — 10. Les pièces de Rohon comme Coelolépides primitifs, 12. — 11. Antériorité géologique des formes russes, 13. — 12. Reconnaissance graduelle du caractère simple des Coelolépides, 13.

II. Ptéraspidés. — 13. Ostracodermes du Pas-de-Calais, 14. — 14. Restauration de Pteraspis Crouchi, 15. — 15. Utilisation morphologique des dessins officiels, 16. — 16. Accroissement des plaques, 17. — 17. Dessins sur la pièce rostrale, 17. — 18. Orifice buccal, 19. — 19. Appareil olfactif, 19. — 20. Origine du rostre, 20. — 21. Utilité du rostre, 20. — 22. Valeur relative des parties de l'appareil respiratoire marsipobranche, 21. — 23. Les pièces cornutales, 22. — 24. Opinions sur la position phylogénique des Ptéraspidés, 23. — 25. L'habitat des Ostracodermes; le vieux grès rouge, 26.

III. Palaeospondylus. — 26. Description sommaire, 28. — 27. Composition chimique du fossile, 29. — 28. Méthode des coupes minces de Sollas, 29. — 29. Orientation primitive du fossile par Traquair, 30. — 30. Orientation du fossile par Sollas, 31. — 31. Capsules auditives, 34. — 32. Gammation, 35. — 33. Capsules nasales, 35. — 34. Les tentacules rostraux, 37. — 35. Restauration de la face dorsale, 39. — 36. Restauration de la face ventrale, 40. — 37. Théorie des mâchoires, 42. — 38. Application à Palaeospondylus, 43. — 39. Absence de dents, 44. — 40. Appareil branchial, 46. — 41. Position systématique, 48.

IV. Drepanaspis. — 42. Renseignements complémentaires, 48. — 43. Interprétations, 50.

V. Astérolépides. — 44. Description sommaire, 52. — 45. Appareil maxillaire, 54. — 46. Ruderorgan, 56. — 47. L'organisation et les mœurs, 59. — 48. Les organes respiratoires, 61.

VI. Arthrodiriens. — 49. Caractères principaux comparés, 65. — 50. Articulation céphalo-thoracique, 67. — 51. Appareil branchial, 71. — 52. Membres paires, 74. — 53. L'organisation et les mœurs, 76. — 54. Rapports phylogéniques, 78.

(1) Communication faite à la séance du 19 janvier 1904.

I. — Coelolépидés.

1. — *Découverte des conodontes* (PANDER, 1856). — Le Gouvernement russe a publié, en 1856, un bel ouvrage intitulé : *Geognostische Beschreibung der russisch-baltischen Gouvernements* (*), contenant une série de mémoires par C.-H. Pander. Cet auteur est le même qui, en 1817, a distingué, dans l'embryon du poulet, les trois feuillettes : séreux, vasculaire et muqueux, et proclamé le rôle des plissements et des invaginations dans la formation des organes; il faisait partie de ce groupe, avec von Baer, Döllinger et Dalton, qui a fondé l'embryologie moderne.

Le premier mémoire de la description géognostique est intitulé *Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der russisch-baltischen Gouvernements*. Pander y décrit pour la première fois les conodontes (pp. 5 à 54) et les Coelolépидés (pp. 64 à 68).

Les conodontes sont décrits comme « objets fossiles de forme très semblable aux dents des Poissons, petits, brillants, allongés, terminés en pointe aiguë en haut ou à une extrémité, brusquement ou graduellement élargis en bas, plus ou moins courbés, généralement avec les bords antérieur et postérieur saillants ». La taille est d'environ 1 millimètre. Il y en a de simples et de composés; ces derniers sont formés d'une dent principale avec une série de dents accessoires, beaucoup plus petites, le tout en série linéaire sur une base commune allongée; les petites dents accessoires sont tantôt toutes en arrière de la dent principale, tantôt en avant et en arrière. Il y a une très grande diversité de formes, dont Pander a fait des espèces et des genres.

2. — *Gisement*. — Dans la côte Sud du golfe de Finlande, entre Saint-Pétersbourg et Reval, les terrains sédimentaires commencent par une argile bleue à fucoides; au-dessus, il y a un grès avec *Obolus* ou *Ungulites* (un petit Brachiopode) et des grains de glauconie, moules de Foraminifères d'après Ehrenberg; plus haut encore, un schiste bitumineux avec *Dictyonema*. Ces couches représentent le Silurien inférieur des anciens auteurs, en réalité le Cambrien. Pander (p. 14) n'a trouvé que deux fois des conodontes dans l'argile bleue et les considère comme des accidents: ils sont un peu plus nombreux dans les schistes

(*) Sur le revers du titre, il y a l'autorisation d'imprimer de la censure, avec la condition que le nombre légal d'exemplaires sera remis au Comité des censeurs. Le nom du censeur est *A. Freigang* (!).

noirs alternant avec le grès à Ungulites. Le sable glauconifère susjacent (Silurien inférieur vrai) en renferme davantage (*). On les a depuis, en d'autres pays, trouvés depuis le Cambrien inférieur jusques et y compris le Calcaire carbonifère.

Newberry (*Palaeozoic Fishes of North America*, 1889, p. 123) insiste sur leur abondance. Dans le schiste carbonifère de Bedford, c'est par millions qu'il faudrait les compter; la surface exposée en montre parfois des milliers sur 1 pied carré.

La répartition des diverses formes semble soumise à une certaine régularité : les conodontes simples sont généralement dans les couches inférieures; les composés, dans les couches supérieures (Pander, p. 19). Dans le sable glauconifère de Gostilitza (vrai Silurien inférieur), J. Bock n'a trouvé que des formes simples (travail en russe, 1869, cité par Rohon, 1889). Rohon a examiné plusieurs centaines d'exemplaires de cette localité, sans trouver une seule forme composée.

5. — *Interprétation de Pander, comme dents de Poissons.* — Il est assez difficile de démêler les raisons de cette interprétation. Il semble que ce soit, en premier lieu, la forme générale. Leur partie basilaire, excavée plus ou moins profondément, rappelle une cavité pulpaire (p. 5); comme les dents des Cyclostomes et des Squalidés, les conodontes devaient être implantés dans la muqueuse de la gueule, mais on ne peut préciser si c'était sur les mâchoires, les lèvres, la langue ou peut-être sur d'autres parties du palais (p. 4); il faut comprendre ce passage comme disant que les conodontes ne sont pas enchâssés dans des alvéoles ni soudés à un os. « Contre la ressemblance de la forme extérieure avec les dents de genres de Poissons éteints ou encore vivants, on ne peut rien objecter de bien sérieux (p. 8). »

Le passage cité ci-dessus continue : « On ne pourrait faire des réserves que sur la structure interne, qui diffère si complètement de celle qu'on admet aujourd'hui chez les Poissons. » Antérieurement (p. 5), la même idée avait été très explicitement énoncée : que la structure interne aberrante est la raison principale pour dénier le caractère des dents de Poissons.

La substance de la dent consiste en une série de cônes, emboîtés comme des capuchons; sur une coupe transversale, on voit donc des

(*) Les couches primaires des provinces baltiques ont subi peu de remaniements; elles sont restées à peu près horizontales et n'ont pas été métamorphosées en roches dures; on peut donc parler de sable silurien.

lamelles concentriques. Le plus souvent, ces lamelles ne montrent aucune trace de structure; quelquefois, l'épaisseur de chaque lame semble contenir une assise unique de petites cavités fort serrées, et alors la lame est dite cellulaire; ou bien, il y a, éparses dans l'épaisseur de la dent, des inclusions un peu plus grandes, à grand axe parallèle à l'axe longitudinal de la dent. Ce qui constitue le caractère aberrant des conodontes, c'est l'absence de canalicules dentaires.

Pander a consacré beaucoup de travail pour trouver une structure comparable. Il a songé en tout premier lieu aux dents de *Myxine* et de *Petromyzon*, capuchons sécrétés successivement à la surface d'une papille persistante. Si on se figure, dit-il (p. 4), les dents isolées ne tombant pas mais se soudant avec les nouvelles d'en dessous, on obtient un conodonte. Malheureusement, Owen avait décrit des canalicules traversant les couches sécrétées et Pander abandonne donc cette hypothèse. Or, l'observation d'Owen était erronée.

L'absence de canalicules exclut aussi toute comparaison avec les autres dents. Mais, fréquemment, il y a beaucoup de ressemblance entre les écailles et les dents. Or, la couche d'émail ou de ganoïne des écailles ganoïdes est également composée de lamelles sans structure, superposées parallèlement à la surface de l'écaille. Dans quelques espèces, les canalicules de l'ivoire sont peu visibles ou pas visibles du tout, mais les zones concentriques sont plus accusées. — En somme, l'argumentation consiste à démontrer qu'une pareille structure lamellaire, sans canalicules, existe dans plusieurs cas et est par conséquent compatible avec l'organisation vertébrée; mais Pander ne va pas plus loin et il ne détermine pas à quelle famille ou groupe de Poissons il faut rapporter les conodontes.

4. — *Autres interprétations.* — Pander mentionne déjà dans son ouvrage que des exemplaires remis par lui à divers savants ont été autrement interprétés, et il cite un passage du *Siluria* de Murchison, où Barrande et Carpenter, à cause de l'absence de tissu osseux vrai, les considèrent comme des fragments du bout des membres de Crustacés ou des segments de Trilobites.

En 1861, dans un article du *Quarterly Journal of the Geological Society* (vol. XVII, p. 544), Harley décrit une assez grande variété de débris; parmi ses figures, il n'y a que deux conodontes; il considère le tout comme des débris de Crustacés, des épines sur la partie caudale des *Squilla* ou des épines latérales de la carapace de *Limulus*; il leur donne le nom d'Astacodermes.

Owen (*Palaeontology*, 1870) admet seulement pour quelques-unes des formes de Pander la nature dentaire comme possible, et encore ce pourraient être des pinces pectinées de Crustacés; dans la seconde édition, il compare avec les dents de *Rhinodon*, *Myxine* et *Petromyzon*; puis avec le squelette dermique de Crustacés; puis enfin les considère comme des épines, piquants ou dents de Nudibranches ou d'Annélides. De cette façon, on a le choix.

A la suite de sa découverte de conodontes dans les schistes carbonifères de l'Ohio, Newberry a fait une espèce de referendum (*Geological Survey of Ohio, Palaeontology*, 1875, part II, p. 44). L. Agassiz penche pour des dents de Poissons, Morse pour des dents de Nudibranches; Stimpson ne veut pas que ce soient des débris de Crustacés. Newberry lui-même les considère d'abord comme des formations dermiques de Poissons, mais plus tard, après étude, comme le plus analogues à des dents de *Myxine*. C'est aussi la conclusion à laquelle arrive G.-J. Hinde (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, 1879); en même temps, il décrit des restes qui sont bien certainement des mâchoires d'Annélides, et la coexistence dans les mêmes couches de ces deux formes assez faciles à distinguer est pour lui un argument en faveur de la spécificité des conodontes. Il mentionne que Huxley admet la même interprétation. Celle-ci devint rapidement dominante et on la trouve dans les traités généraux de Nicholson et de Hoernes.

Nous mentionnerons toutefois l'opinion de Rolle (1882), que les conodontes ne doivent pas nécessairement être les dents de vrais Poissons, mais peuvent avoir appartenu à des formes plus primitives du groupe Vertébré, comme l'*Amphioxus* et les Tuniciers de la faune actuelle.

5. — *Conodontes, dents d'Annélides* (ROHON et ZITTEL, 1886). — Leur travail, communiqué à l'Académie de Munich (*Sitzungsber. bayr. Acad.*, vol. XVI, p. 108), donne un historique fort complet, auquel plusieurs détails ont été empruntés dans ce qui précède. Pander avait fait une analyse chimique des conodontes et n'avait mentionné que du carbonate de chaux; une analyse faite à Munich montre, en outre, de la matière organique et « une forte réaction d'acide phosphorique (*) ». La présence de matière organique prouve qu'une opinion émise par Eichwald en 1863, que les conodontes étaient simplement des frag-

(*) Dans son *Handbuch der Palaeontologie*, vol. III, p. 57, Zittel dit que la substance est presque entièrement du calcaire avec des traces de phosphate.

ments de calcaire, n'est pas soutenable. Au point de vue histologique, ils trouvent parfois des canalicules radiaires traversant les couches lamelleuses, mais ces canalicules sont extrêmement fins. Toutes les autres particularités (cellularisation des lames, cellules éparses) sont des accidents de fossilisation.

Les dents de *Myxine* ressemblent beaucoup aux conodontes et sont souvent carénées aux deux bords; mais la soude les dissocie en éléments cellulaires cornés. Les dents des Cyclostomes avaient, du reste, déjà été étudiées par F.-E. Schulze (1869) et démontrées être non une sécrétion cuticulaire anhiste, mais les cellules mêmes de l'épiderme, kératinisées et soudées. Il n'y a donc aucune ressemblance avec les conodontes.

L'interprétation primitive de Pander ne serait pas plus exacte, car la couche de ganoïne est morphologiquement de l'émail, lequel est composé de prismes. (Les auteurs n'affirment pourtant pas positivement que cette structure prismatique se retrouve sur les écailles des Poissons, ce qui serait nécessaire pour rendre l'argument valide.)

La comparaison avec les organes masticateurs de certains Annélides et de Géphyriens montre une ressemblance complète; une coupe microscopique reproduit la structure lamelleuse « cellulaire » de Pander. (Ce ne serait donc pas un accident de fossilisation?)

Cette interprétation a rapidement été acceptée. Le volume sur les Poissons du *Handbuch* de Zittel, paru peu après, a largement contribué à la répandre. Newberry (1889, p. 14) s'y est rallié; elle est actuellement classique.

6. — *Observations sur cette interprétation.* — Celle de Pander entraînait une conséquence des plus importantes : la présence de Gnathostomes dans le Cambrien, au milieu de la faune primordiale de Barrande. L'interprétation comme Cyclostomes avait l'avantage de s'adresser à un groupe plus inférieur de Poissons. Avec des Annélides, le caractère faunistique extraordinaire de la trouvaille disparaît. Il y a même plutôt concordance avec d'autres faits paléontologiques, car les fucoides sont considérés actuellement comme étant des traces de vers annelés, et l'on interprète comme des trous d'habitation les perforations cylindriques trouvées souvent dans ces roches. Il est vrai que Gosselet (*L'Ardenne*, p. 55) en donne une autre explication, toute mécanique : cassure par foisonnement d'un cristal de pyrite lors de son oxydation.

Chaque individu annélide ne possède que deux conodontes. Les

Annélides sont certes fort nombreux, comme on peut le constater pour l'*Arenicola* de nos plages. Pourtant une accumulation comme celle relatée par Newberry suppose beaucoup d'individus. Avec des dents, cette difficulté devient moindre, dans la mesure où la dentition de l'individu est mieux fournie. Elle serait moindre encore avec des dents cutanées, c'est-à-dire si les conodontes avaient été un revêtement dermique, comme chez les Coelolépides.

Les Annélides ont eu des conodontes dès le Cambrien et en ont encore aujourd'hui. On trouve leurs restes jusqu'au calcaire carbonifère, mais pas plus haut. Cette absence est au moins étrange.

L'argument principal de Rohon et Zittel contre Pander et Newberry est le caractère anhiste des conodontes. Mais tout le système squelettique de l'Amphioxus, sauf la corde, est membraneux anhiste, et les Hétérostracés du Silurien supérieur ont une partie de leur squelette dermique anhiste. Un autre groupe zoologique, certainement en rapport de parenté avec la souche des Vertébrés, est caractérisé par la sécrétion d'une masse externe anhiste, la tunique des Tuniciers, cellularisée seulement secondairement par des cellules errantes du mésoderme. Des cuticules anhistes calcifiées ne sont donc pas si absolument incompatibles avec la notion de Vertébré, et l'hypothèse de Rolle n'est nullement tout à fait arbitraire; seulement, on ne doit pas spécifier nécessairement des dents, fort peu probables tant que la préhension des aliments se fait par un organe endostylique, par enrobement du plankton microscopique dans un cordon gélatineux. Ce peuvent avoir été des écailles dermiques. Nous aurions ainsi une combinaison de l'opinion de Rolle avec la première opinion de Newberry.

On peut aussi parfaitement concevoir les conodontes comme des espèces de dents, sécrétées par un épithélium non encore spécialisé en odontoblastes, et par conséquent dépourvues de canalicules; à moins que la cellularisation des lamelles ne soit l'effet de canalicules très courts. La dent n'étant pas nourrie dans toute sa masse, comme avec les longs prolongements d'odontoblastes parfaits, l'organe ne peut être maintenu que par néoformation répétée, comme Pander se le figurait.

Le but de ces observations n'est pas de proposer une nouvelle interprétation et de rejeter celle de Rohon et Zittel, mais uniquement de faire ressortir que celle-ci n'est pas si absolument certaine et n'a pas tranché définitivement la question.

7. — *Certains conodontes sont de vraies dents* (Rohon, 1889). — Réexaminant du matériel du sable glauconifère de Gostilitza, Rohon a

trouvé quelques exemplaires aberrants : cavité pulpaire profonde, striation superficielle, canalicules très nets, couverture d'émail. Il conclut que ce sont vraiment des dents buccales de Poissons et leur donne les noms de *Palaeodus* et *Archodus* ; à cause de l'absence de vaso-dentine, ce seraient des Poissons supérieurs aux Sélaciens ; peut-être y aurait-il un rapport avec les Ganoïdes dont les restes ont été trouvés dans le Silurien supérieur de l'île d'Oesel.

Ces résultats sont importants, car des dents buccales (et Rohon insiste sur ce caractère) ramènent jusqu'au Silurien inférieur, non seulement des Vertébrés, mais des Gnathostomes, et encore des Gnathostomes supérieurs aux Sélaciens. Cependant le travail, communiqué à l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg (en mai 1889 ; publié à part avec d'autres mémoires sous le titre : *Mélanges paléontologiques*, t. I, 1892), n'a pas beaucoup fixé l'attention ; par exemple, il n'est mentionné ni dans le livre de Dean ni dans le traité de S. Woodward. Traquair en parle dans son discours présidentiel de 1900, à la section D de la British Association à Bradford ; ce sont des dents de Poissons, dit-il, qui ne peuvent avoir été des Sélaciens, mais on ne peut rien dire de plus au sujet de leurs affinités.

8. — *Signification de la vaso-dentine.* — On peut se représenter le type classique de la dent comme un capuchon dur, conique, creux, sur un cône plein de tissus mous, la pulpe ; l'épithélium pulpaire est constitué par des cellules spécialement modifiées pour la nutrition d'une épaisse cuticule, les odontoblastes avec leur énorme prolongement. Les Sélaciens présentent d'une façon constante une disposition particulière : la cavité pulpaire est subdivisée en canaux par des travées osseuses, qui la combrent en partie ; la dent paraît pleine, mais sa partie centrale est spongieuse et traversée par de nombreux canaux pour les nerfs et les vaisseaux sanguins ; c'est la vaso-dentine. Comme en dessous des Sélaciens il n'y a plus de dents normales, que les Sélaciens sont les plus primitifs des Gnathostomes, une dent sans vaso-dentine doit nécessairement appartenir à un organisme supérieur aux Sélaciens. Tel est le raisonnement de Rohon.

Seulement, la vaso-dentine est une modification secondaire. La question a été discutée par C. Eastman en 1895 (*) ; Röse, dans sa

(*) Eastman fait remarquer que le schéma classique de Hertwig pour l'écaille placoïde ne s'applique qu'aux formes des terrains récents, mais non aux formes des terrains plus anciens ; il prend comme un des termes de la comparaison *Thelodus*,

classification des tissus durcis des Vertébrés, met la dentine sous la rubrique des tissus ayant englobé des parties cellulaires, des parties seulement et non des cellules entières, tandis que la vaso-dentine a englobé des masses de tissus différents. Burckhardt (*Lehrbuch Entwick. Wirbelth.* de Hertwig) se rallie à cette classification. Gegenbaur dit que la dentine ordinaire normale est la structure primitive; la vaso-dentine est un durcissement secondaire de parties de la pulpe, servant généralement à souder la dent à un os; quoique les plus primitifs des Gnathostomes, les Sélaciens, se sont écartés, pour les dents, beaucoup plus du type primitif que les groupes qui leur sont supérieurs. Mais il est incontestable qu'il a dû y avoir d'abord des Sélaciens sans vaso-dentine, et les exemplaires de Rohon peuvent avoir appartenu à ces Sélaciens primitifs.

9. — *Dents et écailles dermiques.* — L'identité morphologique de ces deux structures est très généralement admise. L'écaille reconnue comme la plus simple est celle des Coelolépides; elle se compose de deux parties, une supérieure et une inférieure, à peu près égales. On admet que chez les Gnathostomes, lors de la formation du stomodeum, la peau avec ses écailles a garni le pourtour des mâchoires et l'intérieur de la bouche. De la différence de situation entre le revêtement dermique général et le revêtement des mâchoires sont résultées des différences de fonctionnement qui se sont traduites par des différences anatomiques.

Sur la peau, le revêtement a essentiellement une fonction protectrice; on peut considérer comme une adaptation à la fonction de recouvrement, l'étalement de la partie inférieure en une plaque basilaire, et comme un moyen de défense, l'élongation de la partie supérieure en une épine saillante. La modification essentielle est toutefois l'étalement en plaque basilaire, et dans la série des Vertébrés, c'est celle-ci qui est conservée, tandis que la saillie en épine n'a pas une longue durée phylogénique.

Sur la mâchoire, la fonction de protection est nulle; la fonction

encore considéré comme Sélacien, le travail de Traquair ne datant que de 1899. En allant du plus récent au plus ancien, la différenciation en plaque basilaire et épine s'atténue. Pour la cavité pulpaire, Eastman dit que chez les Coelolépides, beaucoup de canalicules de l'ivoire communiquent directement avec cette cavité, mais que leur nombre diminue en même temps que la ramification se complique, jusqu'à ce que finalement il n'y ait plus qu'un canal unique dont les ramifications occupent toute la masse de l'ivoire. Il y a confusion entre canalicules dentaires hors de la pulpe et canaux vasculaires dans une pulpe subdivisée.

unique ou essentielle est la préhension de la proie : l'épine s'hypertrophie énormément ; la partie basilaire s'atrophie et disparaît. La différenciation des deux structures, dermique et maxillaire, est déjà très nette chez tous les Sélaciens connus.

La disparition de la partie basilaire ne se comprend pas au premier abord comme une nécessité dans la formation de la dent. La plaque basilaire assurerait une fixation fort utile pour des organes soumis à des efforts d'arrachement ; et cette raison paraît d'autant plus probante que, pour assurer la fixation, la dent des Sélaciens a dû subir une modification spéciale, la vaso-dentine.

Deux considérations peuvent expliquer cette apparente anomalie. Mais il y a à faire une remarque préliminaire : les deux parties de l'écaille ne sont pas phylogéniquement de même âge ; la partie supérieure ou l'épine est plus ancienne et existait seule primitivement (*Lanarkia*) ; la partie basilaire s'y est ajoutée secondairement comme une calcification d'un autre tissu, les couches conjonctives du derme ; cette différence se traduit encore ontogéniquement par le retard dans la formation de la partie basilaire.

Maintenant, considérons que la dent est soumise à une usure beaucoup plus rapide que l'écaille ; que, par conséquent, le remplacement devra être plus rapide aussi ; dans une certaine mesure, le temps peut manquer pour la formation d'une partie basilaire. Le raisonnement ne vaut guère pour les formes actuelles, où ces stades sont condensés ; mais chez les formes primitives, il faut se représenter l'addition d'une partie basilaire comme une croissance fort lente, ayant une durée plus longue que la durée d'une dent individuelle, et alors la restriction du temps devient importante.

Considérons en second lieu que la plaque basilaire, par suite de son étalement, occupe de la place et diminue par conséquent le nombre possible de dents sur une surface donnée ; tandis que l'augmentation des organes de préhension est avantageuse au double point de vue de la rétention de la proie et du remplacement rapide des dents usées ou arrachées, par d'autres déjà suffisamment développées.

Les adaptations des écailles dermiques sur les mâchoires pour la fonction de préhension consistent donc en une hypertrophie de l'épine, une atrophie de la base, une prolifération plus rapide pour le remplacement. Tout cela est réalisé.

10. — *Les pièces de Rohon comme Coelolépides primitifs.* — Si l'on applique ces considérations à *Archodus* et *Palaeodus* de Rohon, l'allon-

gement de l'épine et l'absence de plaque en partie basilaire justifient leur interprétation comme dents.

Mais il y a encore une autre interprétation possible. L'écaille des Coelolépides est simple et primitive par rapport à l'écaille placœide avec épine des Sélaciens; mais elle est composée elle-même déjà de deux éléments d'origine tout à fait différente, et ce n'est point là un caractère primitif. Nous connaissons un revêtement, incontestablement cutané, où il n'y a que le seul élément supérieur, l'épine, sans trace de partie basilaire. C'est l'intéressant genre *Lanarkia* de Traquair. C'est bien à cela que les formes de Rohon ressemblent le plus; et si quelqu'un « pouvait dire quelque chose au sujet des affinités », c'était donc Traquair lui-même. Nous croyons qu'on peut considérer *Archodus* et *Palaeodus* de Rohon comme des épines cutanées d'animaux semblables à *Lanarkia* de Traquair.

Du coup disparaissent toute une série de difficultés. *Lanarkia* n'a pas de dents, est probablement un Agnathe et est du Silurien supérieur. Les genres de Rohon ne doivent pas être des dents, ne sont donc pas Gnathostomes et seraient tout simplement les précurseurs dans le Silurien inférieur des mêmes familles du Silurien supérieur. Cela devient beaucoup plus facile à admettre.

11. — *Antériorité géologique des formes russes.* — Une telle antériorité réelle est dangereuse à affirmer, surtout pour des pièces de petite taille, qu'on n'a pas spécialement recherchées dans d'autres districts et qu'on a confondues avec les conodontes, interprétés autrement. Mais pour les Poissons primitifs, les provinces baltiques semblent en avance sur l'Europe occidentale. Le premier Céphalaspide, *Thyestes*, est silurien dans l'île d'Oesel; les vrais Céphalaspides d'Écosse sont un peu supérieurs. Le fait a une certaine importance pour la géographie de ces époques reculées, et nous aurons à y revenir à propos des Ptéraspidés.

12. — *Reconnaissance graduelle du caractère simple des Coelolépides.* — Nous avons signalé dans notre première notice que l'anatomie comparée aurait beaucoup gagné à prêter de l'attention aux Poissons primitifs. Les zoologistes se reposent sur les paléontologistes et s'abstiennent le plus souvent, à cause de la difficulté du sujet, de modifier les interprétations des paléontologistes. L'anatomie comparée est parfois un peu exclusivement faite sur la faune actuelle. Les deux sciences ne se pénètrent pas toujours suffisamment.

Une honorable exception est l'article de R. Burekardt : *Die Ver-*

knöcherungen des Integuments und der Mundhöhle, dans les livraisons 6-8 du grand traité d'embryologie de Hertwig (1902). Comme nous l'avons vu, l'auteur prend comme point de départ les Coelolépides (toutefois encore considérés comme Sélaciens), parce que, dit-il, les fossiles nous révèlent des stades beaucoup plus primitifs. Il est assez étonnant que *Lanarkia* ne soit pas mentionnée, ni la structure des Hétérostracés.

Parmi les travaux cités par Burckardt, il est curieux de trouver que, en 1882, dans un ouvrage intitulé : *Odontologische Forschungen*, Baume attire l'attention sur le fait que la partie inférieure des écailles de Coelolépides est d'origine mésodermique et souvent anhiste. Cette remarque, importante au point de vue théorique, a tout à fait passé inaperçue.

II. — Ptéraspidés.

15. — *Ostracodermes du Pas-de-Calais*. — Au cours des travaux de fonçage du puits n° 6 de la Compagnie des Mines de Liévin, l'ingénieur M. Desailly reconnut de nombreux fossiles, qu'il communiqua à MM. Gosselet et Barrois. C'étaient des *Pteraspis*. L'étude en fut confiée à M. Leriche.

La découverte de ces fossiles, nouveaux pour le Nord de la France et dans des couches réputées stériles, ne manqua pas d'émouvoir les géologues. La Société de Lille se mit aussitôt en campagne pour explorer les affleurements; dans une carrière, à Pernes (Pas-de-Calais), on trouva un nouveau gîte avec une faune plus variée. M. Leriche y a déjà déterminé *Cephalaspis Lyelli*, *Pteraspis rostrata* et *Crouchi*, et un *Cyathaspis*.

Les échantillons sont nombreux. Ceux de Liévin, venant de la profondeur de 180 mètres, sont très bien conservés, n'ayant pas subi d'altération par les agents atmosphériques. Les fossiles sont minéralisés par de la chlorite; les cavités sont remplies par de la calcite. Ce sont des pièces isolées; un seul exemplaire de *Pteraspis* montre les plaques dans leurs connexions naturelles, dit M. Leriche; à en juger par la figure, les pièces ne seraient pourtant pas exactement jointées et au contact, mais légèrement déplacées. Le détail peut avoir son importance quand il s'agit de déterminer des orifices, non pas creusés en plein dans une plaque dermique, mais ménagés entre les diverses pièces d'une carapace.

Les fossiles sont dans une couche rapportée, il y a longtemps, par Gosselet, au Gedinnien. La paléontologie confirme cette conclusion ; l'espèce de Liévin, *P. Crouchi*, caractérise, dans l'Ouest de l'Angleterre, les « cornstones » de la base du vieux grès rouge.

Quelques réflexions préliminaires sur ces découvertes ne seront pas déplacées. Ces couches ont une certaine importance stratigraphique, puisque c'est la base du Devonien ; nous osons formuler l'hypothèse que M. Gosselet les a étudiées avec quelque soin, et d'ordinaire, sur le terrain, il n'épargne ni son temps ni sa peine ; pourtant, il n'a pas trouvé de fossiles. Réduit à ses propres forces, le géologue est toujours quelque peu dans la situation de l'individu qui chercherait une aiguille dans une botte de foin. Les ouvriers sont les mieux à même de faire des découvertes ; quand ils voient que leur ingénieur s'y intéresse, ils lui remettent leurs trouvailles ; généralement, l'ingénieur n'a pas le temps de faire de la paléontologie ; mais quand son ancien professeur lui a laissé le souvenir d'un travailleur, il lui transmet le fossile. C'est généralement ainsi que les choses se passent. Sans la notoriété de Van Beneden père, les Iguanodons de Bernissart étaient probablement perdus. M. Gosselet, qui a l'enthousiasme communicatif, a contaminé de géologie toute la région, spécialement les sociétés minières et leurs ingénieurs. Le résultat est de temps à autre de belles trouvailles.

Les publications suivantes ont trait à cette découverte :

J. GOSSELET, *Découverte de Poissons dans le terrain dévonien du Pas-de-Calais*. COMPTES RENDUS, Paris, 2 mars 1903 ;

M. LERICHE, *Le Pteraspis de Liévin*. ANNALES SOC. GÉOL. DU NORD, avril 1903. — *Note préliminaire sur une faune d'Ostracodermes*, août 1903.

14. — *Restauration de « Pteraspis Crouchi »*. — La base de nos connaissances sur le genre *Pteraspis* est toujours la monographie de Ray Lankester (1868-1870), où il est donné une restauration du bouclier dorsal de deux espèces : *P. rostrata* et *P. Crouchi*. Tous les exemplaires de Liévin appartiennent à cette dernière espèce, dont M. Leriche a donné une restauration. La Société géologique du Nord ayant bien voulu permettre l'usage de ses clichés, nous sommes en mesure de reproduire les dessins de M. Leriche.

Lankester avait déjà signalé que le rostre de *Pteraspis Crouchi* est beaucoup plus long que celui de *Pteraspis rostrata*, et incurvé. Leriche le dessine fort long et incurvé seulement au bout. Les exemplaires de

Liévin ont donné les plaques cornutales encore inconnues; elles sont fort étroites et ne montrent pas la perforation pour la sortie de l'eau, très nette dans l'autre espèce.

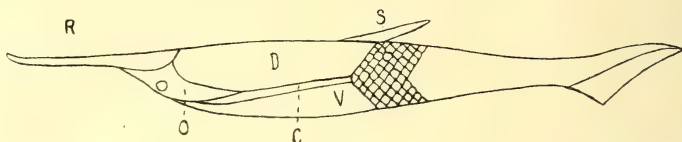


FIG. 1. — *Pteraspis Crouchi*, réduit presque de moitié; restauration Leriche, 1903.

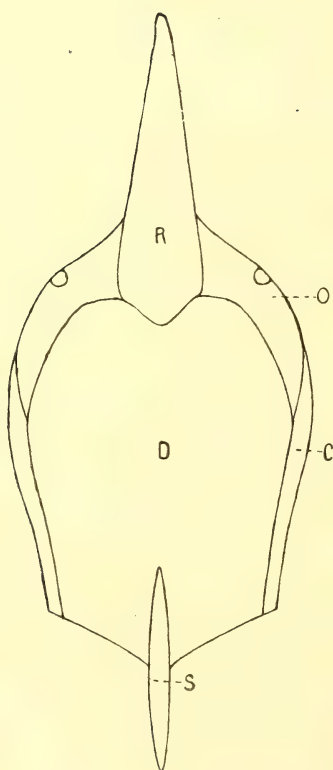


FIG. 2. — *Pteraspis Crouchi*, bouclier dorsal, grandeur naturelle; Leriche.

15. — *Utilisation morphologique des dessins superficiels.* — L'élément essentiel de la carapace est le tubercule dermique calcifié. Chez *Lanarkia*, il est constitué uniquement par une épine saillante. Les Coelolépides y ont ajouté une partie basilaire; dans les deux groupes, ces éléments restent distincts. Chez les Ptéraspidés, ils ont conflué en lignes et en grandes plaques par leur partie basilaire. Chez *Drepanaspis*, ils ont conflué par aires. Chez *Thyestes*, les tubercules sont devenus inégaux et les petits sont comme des satellites autour des grands. Les variations de ces dessins ont été utilisées pour la systématique. Une étude d'ensemble n'a pas encore été faite; elle donnerait peut-être des renseignements intéressants sur les affinités des divers groupes, et même sur des points importants de morphologie.

En effet, à l'autre bout du règne animal, chez les Infusoires ciliés, il y a également des éléments nombreux arrangés en séries linéaires; les variations du tracé ont permis à Bütschli de faire de la vraie morphologie comparée, et notamment de déterminer les migrations de l'orifice buccal dans les divers genres.

Les cils sont des organes importants, les seules parties différenciées de l'organisme unicellulaire; les tubercules dermiques des Vertébrés n'ont pas la même importance morphologique. Les résultats seront donc plus modestes. Les renseignements utilisables portent sur l'accroissement des plaques et sur quelques détails secondaires.

16. — *Accroissement des plaques.* — Sur la face interne des pièces, on distingue des bourrelets saillants concentriques, qui se marquent comme rainures creuses dans les moules. C'est le bord plus saillant de la plaque aux diverses étapes de sa croissance et les allures de cette croissance peuvent ainsi être déterminées. On a trouvé que pour la grande pièce dorsale et le bouclier ventral (ancien « Scaphaspis »), l'accroissement cesse assez tôt en arrière et continue latéralement et surtout en avant; ces plaques deviennent plus allongées, moins cordiformes. Cette notion peut avoir une certaine importance systématique, car des espèces ont été établies sur des différences de cette nature pour des pièces isolées.

Quand on retourne les pièces, on voit que pour chaque zone d'accroissement il y a plusieurs stries de tubercules. Les stries augmentent donc par paquets.

17. — *Dessins sur la pièce rostrale.* — Les lignes sur la face dorsale du rostre de *Pteraspis Crouchi* forment un angle ouvert en avant, pointant vers l'arrière; dans une vue apicale et le rostre en haut, ces lignes sont donc comme un V debout; sur la face inférieure, c'est l'inverse, un Δ renversé. Chez *Pteraspis rostrata*, la face supérieure est comme chez la première espèce; sur la face inférieure, les lignes sont transversales, non infléchies, et pourraient être représentées par la lettre *i* couchée : —. Les deux espèces seraient donc, pour la face dorsale et la ventrale :

Pteraspis Crouchi : V Δ .

Pteraspis rostrata : V —.

Chez *Pteraspis rostrata*, les lignes sont toutes parallèles entre elles et forment un système unique. Chez *Pteraspis Crouchi*, allant d'arrière en avant sur le dos, les lignes ont une tendance à émousser l'angle médian, qui devient par conséquent plus ouvert; mais brusquement apparaissent des lignes, de nouveau à angle plus aigu; et cela se répète plusieurs fois. Le dessin n'est donc pas homogène, il y a plusieurs systèmes, plusieurs paquets. Or la différence entre les deux rostres est

la longueur beaucoup plus grande chez *Pteraspis Crouchi*; et le dessin nous apprend que cet allongement se fait par addition de paquets de stries. Il semble donc que la forme primitive soit *Pteraspis rostrata* et que l'allongement rostral de *Pteraspis Crouchi* soit une modification secondaire.

Dorsalement en arrière, la pièce rostrale s'insinue entre les orbitaires pour arriver au contact avec la médiane dorsale; ce bord postérieur forme un V debout dans les deux espèces. Ventralement, le rostre est coupé en arrière pour loger la bouche et peut-être les organes olfactifs. Chez *Pteraspis rostrata*, ce bord postérieur est une ligne à peu près droite; mais chez *Pteraspis Crouchi*, ce bord est profondément échancré au milieu, comme un Δ renversé. Les allures différentes chez les deux espèces sont donc uniquement la conséquence d'une différence dans l'allure du bord buccal antérieur, sur lequel naturellement les stries doivent régler leur parcours, d'après le mode d'accroissement de la plaque.

Chose curieuse, tout cela se retrouve dans les dessins de Lankester, sans qu'il en soit question dans le texte (sauf pour les allures différentes sur les deux faces de *Pteraspis Crouchi*). M. Leriche les a décrits avec soin. Nous n'aurions pas mentionné ces détails, si la combinaison avec la forme de l'échancrure buccale n'avait permis de donner une explication naturelle d'un certain nombre de minuties.



FIG. 3.

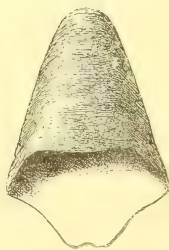


FIG. 4.

FIG. 3. — *Pteraspis Crouchi*, face ventrale du rostre, restauration de Ray Lankester. La partie inférieure de la figure montre la face interne de la partie dorsale; la petite encoche au bout extrême est l'emplacement de l'appareil pinéal. A la loupe, on voit les stries disposées en séries de lignes.

FIG. 4. — *Pteraspis rostrata*, même restauration.

Du reste, ces détails sont utiles dans la pratique, par exemple pour déterminer avec exactitude des pièces incomplètes. Fr. Schmidt a décrit et figuré comme face supérieure d'un rostre de *Pteraspis Kneri*, fort semblable, dit-il, à *Pteraspis Crouchi*, une pièce montrant les lignes en chevrons, avec plusieurs systèmes; le rapprochement est donc fort exact. Mais les chevrons pointent en avant, sont disposés en Δ ; il est

donc fort probable que c'est, non la face supérieure, mais la face inférieure. Le travail est intitulé : « Ueber die Pteraspiden überhaupt und über *Pteraspis Kneri* aus den obersilurischen Schichten Galiciens insbesondere » et a paru dans les *Bulletins de la Société impériale minéralogique de Saint-Petersbourg* en 1873 (vol. VIII, p. 144). Ce travail est fort important, car il est un de ceux qui ont le plus contribué à faire admettre la connexité des *Pteraspis* avec les pièces *Scaphaspis*. Il a aussi donné lieu à de la controverse, car Schmidt annonçait avoir vu, dans la couche supérieure, des cellules osseuses, ce qui était contraire aux résultats obtenus par tous les auteurs antérieurs. Les préparations avaient été faites par polissage parallèlement à la surface, de façon qu'à une certaine profondeur, les canalicules dentaires sont coupés fort obliquement, et c'est eux que Schmidt aurait pris pour des corpuscules osseux. Cette explication qui a été donnée de l'interprétation de Schmidt est probablement la bonne.

18. — *Orifice buccal*. — Un fait établi, c'est que la bouche des Vertébrés doit être une fente transversale. A la réflexion toutefois, on peut se demander si cette position n'est pas une conséquence de la nature morphologique et de la situation des mâchoires. Alors chez les Agnathes, la bouche pourrait avoir une autre forme; et c'est en effet ce que nous voyons chez les Cyclostomes, où elle est ronde chez *Petromyzon*, une fente longitudinale chez *Myxine*.

Y aurait-il eu une pareille différence entre les espèces de *Pteraspis*? Le contour postérieur ventral de la pièce rostrale, qui est le bord antérieur de la bouche, permet au moins de le supposer. Théoriquement, de pareilles variations sont admissibles pour un organe qui n'est pas encore morphologiquement fixé.

19. — *Appareil olfactif*. — Un Vertébré doit avoir des organes olfactifs. Ils sont beaucoup plus persistants que les yeux. Il y a des Cécilies et des Typhlops, un Protée, des taupes; l'organe pinéal (si tant est qu'il soit organe visuel) est partout en régression, là où il n'a pas disparu; mais il n'y a pas d'Arhiniens. C'est un sens primitif qui garde son utilité dans les genres de vie les plus dégradés. Chez les seuls Odontocètes, il est rudimentaire ou absent.

Il est très curieux que cet appareil se retrouve si difficilement chez tous ces poissons primitifs. Il n'en a jamais été question pour *Pteraspis*. Chez un Astérolépidé, *Bothriolepis*, on a considéré deux faibles échan-
crures dans des pièces prébuccales comme pouvant avoir logé des

narines. Il y a peut-être quelque chose d'analogue chez *Pteraspis*. Lankester donne une vue par en dessous du rostre de *Pteraspis rostrata* et de *Pteraspis Crouchi*. Chez ce dernier, il y a une saillie assez marquée, juste sur la ligne médiane dans l'ouverture buccale, laquelle saillie délimite deux échancrures; chez *Pteraspis rostrata*, la ligne transversale ou bord postérieur a également de chaque côté une légère échancrure, mais beaucoup plus latérale. Toutes les ouvertures dans la carapace étant interprétées comme servant à d'autres fonctions, il faut bien placer l'appareil olfactif dans les parties molles. A remarquer que dans cette interprétation, les animaux seraient Amphirhiniens.

20. — *Origine du rostre*. — Le plus ancien Vertébré connu, l'Amphioxus, est muni d'un rostre. Les Ptéraspidés sont les premiers Poissons fossiles dont le contour est connu, et ils ont également un rostre. Il y a là une similitude. Mais le rostre de l'Amphioxus est très clairement une adaptation à la vie arénicole et fouisseuse; ce genre de vie étant aberrant pour un Vertébré, cette adaptation est considérée comme une modification secondaire, spéciale à l'Amphioxus, et non comme un caractère ancestral.

Le rostre des Sélaciens n'est pas non plus primitif, comme le montrent les formes à bouche terminale, *Cladoselache* dévonien, et *Chlamydoselache* abyssal de la faune actuelle, primitifs par beaucoup d'autres caractères de leur organisation.

La famille des Esturgeons présente l'hypertrophie la plus considérable de l'organe rostral; il est énorme chez *Psephurus* et *Polyodon*. La situation des narines sur la face dorsale ne permet pas d'homologation avec le rostre des Sélaciens; il est donc aussi de formation autonome dans ce groupe.

Ces exemples démontrent l'indépendance des formations rostrales; il faut donc considérer le rostre des Ptéraspidés comme un caractère acquis dans les limites de leur propre groupe et sans aucune signification phylogénique.

21. — *Utilité du rostre*. — Si le rostre est une adaptation spéciale dans chaque groupe, les rapports de cette adaptation avec le genre de vie doivent être étroits et directs; si on parvenait à déterminer à quoi il sert chez les espèces vivantes, on pourrait voir si le même rôle était rempli chez les fossiles. Malheureusement, nous n'avons à ce sujet que des suggestions fort vagues. D'après un passage assez peu clair, Gegenbaur (*Vergl. Anat. Wirbelthiere*, I, p. 330) considère le dévelop-

pement du rostre des Sélaciens comme dû en première ligne à l'hypertrophie des organes sensoriels cutanés de la région frontale. Pour les Esturgeons, Günther (*Study of Fishes*, p. 363) dit que la fonction n'est pas encore suffisamment expliquée; il cite l'opinion de Martens, que ce serait un organe tactile; l'eau des grands fleuves d'Asie et d'Amérique est si trouble que l'animal, ne pouvant voir sa proie, doit la sentir par le tact; les yeux de *Psephurus* et de *Polyodon* sont en effet remarquablement petits, et il en est de même des Ptéraspidés. Nous aurons à voir comment cette notion peut se concilier avec l'habitat probable, tel qu'il résulte de leurs conditions de gisement.

22. — *Valeur relative des parties de l'appareil respiratoire marsipobranchie.* — Il convient de traiter cette question avant d'aborder la discussion sur l'organe respiratoire de *Pteraspis*.

Nous avons déjà signalé (première notice) les différences considérables des organes respiratoires dans les limites du groupe des Cyclostomes actuels; chacune des trois formes *Bdellostoma*, *Myxine* et *Petromyzon* a son type fort distinct. Les organes respiratoires semblent avoir été sportifs, c'est-à-dire susceptibles des variations les plus étendues, chez des formes zoologiques fort voisines.

Mais il faut considérer le rôle physiologique et la nature morphologique des parties affectées.

Le véritable organe respiratoire, c'est la poche branchiale. On peut se la représenter primitivement comme un canal, identique à lui-même sur tout son parcours, tant anatomiquement que physiologiquement; il va avec la même lumière du pharynx vers l'extérieur, et il est partout respiratoire. De cet état primitif est issu l'état actuel par le procédé bien connu d'une localisation fonctionnelle; une portion s'est constituée en poche avec lames muqueuses et les autres parties sont devenues des conduits pour amener et enlever l'eau.

Comme organe essentiel, la poche est limitée dans ses variations. Les poches subissent une réduction dans leur nombre, comme c'est la tendance générale des organes répétés métamériquement; elles se déplacent en arrière, mais elles restent toujours distinctes et isolées; elles ne montrent aucune tendance à confluer.

Au point de vue de la physiologie générale, les canaux d'amenée et de sortie de l'eau sont d'une nécessité absolue; mais leur mode particulier de disposition est chose tout à fait secondaire. Au point de vue morphologique, les conduits sont toujours moins importants que les organes qu'ils desservent. Dans une série zoologique, un même organe

peut avoir des conduits excréteurs de nature morphologique très différente ; les conduits génito-urinaires en sont un bon exemple. Or, toutes les modifications chez les Agnathes portent sur les conduits respiratoires. Primitivement nombreux et parallèles, ils montrent une tendance marquée à confluer, à réunir leurs orifices, à constituer un collecteur commun. Ces modifications sont quasi indifférentes physiologiquement et morphologiquement et par conséquent aisément réalisables.

25. — *Les pièces cornutales.* — La plus grande singularité de la restauration de M. Leriche, c'est l'absence d'un orifice expiratoire. Il est pourtant indubitable qu'il faut à l'eau une sortie ; si on ne la trouve pas comme un trou perçant une plaque, c'est qu'elle était ailleurs, dans un intervalle entre des plaques ou dans les parties molles.

On se rappellera que chez les Céphalaspides, l'orifice respiratoire est probablement tout juste sous le bord postérieur du bouclier ; chez *Drepanaspis*, c'est une troncature oblique inférieure de l'angle postérieur. Ce dispositif est très difficile à reconnaître et a dérouter la sagacité, même de Traquair. Comme on ne connaît aucun exemplaire convenable de Ptéraspidé avec les parties conservées derrière la carapace, une pareille structure n'est pas décelable. De même, pour retrouver un hiatus entre des plaques, des fossiles où ces plaques sont disjointes ne sont guère utilisables, et c'est, paraît-il, le cas pour le meilleur exemplaire de M. Leriche.

Chez *Pteraspis rostrata*, les orifices expiratoires sont bien connus : ce sont des ouvertures dans les plaques cornutales ; la plaque ventrale de cette espèce n'a pas d'échancrure médiane dans son bord postérieur. On ne voit pas d'ouvertures dans les pièces cornutales réduites de *Pteraspis Crouchi* ; mais Lankester mentionne comme caractère de « *Scaphaspis rectus* », la plaque ventrale de cette espèce, une échancrure postérieure exactement sur la ligne médiane. Très marquée dans certaine de ses figures, elle paraît absente dans d'autres, spécialement les figures de moules internes. M. Leriche n'en fait pas mention ; une de ses figures (fig. 4, pl. VI) montre une pareille échancrure, mais c'est peut-être une cassure.

On ne voit pas au premier abord quelle connexité il peut exister entre des orifices respiratoires et une échancrure médiane postérieure de la plaque ventrale. Mais supposons chez *Pteraspis Crouchi* les canaux collecteurs respiratoires se réunissant en une ouverture médiane unique, située assez loin en arrière (le tout comme chez *Myxine*) pour tomber juste en arrière de la plaque ventrale : il n'y aura pas d'ouvertures cor-

nutales, puisque l'eau sort en arrière; et chez *Pteraspis rostrata*, il n'y aura pas d'échancrure dans la plaque ventrale, puisque l'eau sort par les ouvertures cornutales. Quant à l'inconstance de cette échancrure chez *Pteraspis Crouchi*, il suffirait d'admettre de légères variations individuelles, reportant l'orifice expiratoire un peu plus en avant, ou la plaque ventrale un peu plus en arrière.

24. — *Opinions sur la position phylogénique des Ptéraspidés.* — Ce sujet fort difficile est assez rarement discuté à fond; les auteurs se bornent généralement à quelques remarques incidentes. Rangés d'abord parmi les Ganoïdes dans le groupe spécial des Placodermes, on les a plus tard considérés comme des Agnathes, opinion qui nous paraît de loin la plus plausible. Mais on pourrait demander de préciser davantage les relations de ces divers Agnathes entre eux et avec le reste du phylum des Vertébrés.

Otto Jaekel a publié dans ces derniers temps plusieurs articles traitant ces questions, notamment les articles suivants :

A) *Ueber verschiedene Wege phylogenetischer Entwicklung.* 5^{er} Zool. Congress, Berlin, 1901; VERHANDLUNGEN, 1902, p. 1058.

B) *Ueber Coccosteus und die Beurtheilung der Placodermen.* SITZUNGSBERICHTE DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE, Berlin, 1902, p. 105.

C) *Ueber die Epiphyse und Hypophyse.* Id., 1903, p. 27.

D) *Ueber die Organisation und systematische Stellung der Asterolepiden.* ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT, 1903, p. 41.

E) *Ueber Tremataspis und Pattens Ableitung der Wirbelthiere von Arthropoden.* Id., 1903, p. 84.

Les idées générales de Jaekel sur l'évolution des organismes ont été exposées dans le volume du Congrès de Berlin (a); elles diffèrent des opinions régnantes par trois points (p. 4440) :

1° Outre des modifications graduelles, les organismes subissent des modifications brusques (expériences botaniques de Korschinsky et de Vries).

2° Les modifications graduelles affectent des caractères sans portée morphologique et suivent une direction constante d'évolution (orthogénèse de Eimer); elles produisent les différences spécifiques. Les modifications brusques ne sont pas la somme arithmétique ou l'accumulation graduelle des différences spécifiques; elles portent sur d'autres caractères, morphologiquement importants, et produisent les grands groupes de la systématique. Par corrélation, elles entraînent d'autres

modifications, amenant de « nouvelles constellations des parties », un réarrangement des organes ; ainsi est créée une nouvelle « forme » (ou type?).

3° Ces modifications morphologiques sont le résultat de déviations dans le cours de l'ontogénie, et non de changements cumulatifs des organismes adultes.

Ces idées générales ont été appliquées au cas particulier de l'origine des Vertébrés aux dépens d'Arthropodes (*c*). Chez ceux-ci, les ébauches embryonnaires de la bouche et du système nerveux sont synchrones et le pharynx passe à travers le collier nerveux. Chez tous les Chordés, le système nerveux est beaucoup plus précoce, parce qu'il est plus volumineux ; l'hypertrophie des ganglions les amène au contact et obture le collier, barrant la route au pharynx : il y a néoformation de la bouche en situation ventrale. L'hypophyse et l'épiphyse marquent l'ancien trajet du tube digestif, l'orifice pinéal l'ancien orifice buccal.

Les Placodermes montrent des caractères de Tétrapodes, qui ne reviennent plus chez les représentants plus récents des Poissons (*b*, p. 115). Le sub-phylum des Poissons tout entier est une rétrogradation du type vertébré, dû à la facilité de la locomotion aquatique qui a si souvent séduit les animaux terrestres (*a* p. 1088). Les Vertébrés sont issus des Arthropodes par le passage de l'eau à la terre ferme (*a*, p. 1105). Les premiers Vertébrés auront été des habitants de la terre ferme.

Cet exposé, forcément sommaire, se borne aux conclusions finales, sans entrer dans les détails, moins encore dans une discussion. Si les idées principales paraissent très hasardées et beaucoup inadmissibles, il doit pourtant être expressément déclaré ici que Jaekel les présente avec une puissance et une ingéniosité d'argumentation vraiment remarquables, auxquelles un résumé ne peut rendre une justice suffisante.

En dehors des appréciations de morphologie comparée et au sujet de l'organisation même, il y a à signaler une opinion qui paraît étrange. Parlant des organes respiratoires des Ptéraspidés et plus particulièrement de *Cyathaspis*, l'auteur dit que « les branchies obtenaient leur amenée d'air probablement par une fente, qui restait ouverte de chaque côté à la plaque latérale » (*b*, p. 104). Le texte allemand dit : « eine Spalt an der Seitenplatte », et l'on ne sait pas clairement si l'auteur veut dire une fente linéaire dans la plaque elle-même, ou un hiatus entre deux plaques avoisinantes. En tout cas, il ne peut s'agir ici que de l'orifice externe ou expiratoire, orifice de sortie de l'eau ; mais cet orifice, au contraire, amènerait l'élément respiratoire, non de l'eau,

mais de l'air, car le texte dit : « Luftzufuhr » ; on se demande si ce n'est pas une erreur de plume pour « Wasserabfuhr ». Il y a bien une inversion du courant respiratoire chez *Petromyzon*, mais l'auteur ne se réfère pas à cet exemple.

La forme primitive des Ptéraspidés serait *Cyathaspis* ; il est géologiquement antérieur, de l'étage de Wenlock du Silurien supérieur, tandis que les autres genres n'apparaissent qu'à la limite, tout contre le Dévonien. En outre, sa carapace est composée de grandes pièces, au nombre de deux seulement, une dorsale et une ventrale ; et c'est un « préjugé » de croire que de grandes plaques dermiques doivent nécessairement résulter de la soudure de plaques moins étendues. Il semble plutôt que, phylogéniquement, une couverture cohérente se soit subdivisée en pièces distinctes plus petites (*d*, p. 58).

L'absence de membres antérieurs est considérée comme un cas similaire à la même absence chez les larves d'Amphibies, « avec lesquelles ces Vertébrés apparemment les plus anciens offrent une analogie frappante pour la forme générale. Comme, d'après la forme de leur carapace, ils avaient aussi une bouche protractile, à peu près comme les têtards, je crois pouvoir considérer ces Poissons, précisément les plus anciens, comme des larves pérennes du phylum des Vertébrés » (*b*, p. 104).

La subdivision du squelette continu en plaques distinctes indique une plus grande flexibilité du tronc ; l'épine de *Pteraspis* s'explique le mieux comme une étrave pour une nageoire dorsale, pour mieux couper l'eau. Les deux modifications sont des adaptations à la vie de poisson.

Dans le travail de Patten (cité dans la première notice), les questions générales sont également traitées dans le sens des idées connues de l'auteur : l'origine limuloïde. Il est fait mention plusieurs fois de *Pteraspis*. L'appareil pinéal est indiqué comme une fossette à la face interne du bouclier dorsal, mais qui ne perfore pas toujours entièrement la plaque ; en effet, un orifice pinéal n'est pas indiqué dans la restauration de *Pteraspis Crouchi*, ni par Lankester ni par M. Leriche ; et il faut reconnaître que pour un organe sensoriel, quelles que soient sa nature et sa fonction, le recouvrement par une partie de la carapace, coupant tout accès direct avec l'extérieur, est un fait étonnant. Patten en donne une explication toute naturelle en comparant avec les ocelles de *Limulus*, qui sont aussi sous la couche externe de la carapace.

La paire d'ouvertures latérales antérieures, pour tout le monde des orbites, reçoit une singulière interprétation : ce sont les cavités articulaires d'une paire de pattes de Crustacés. *Cyathaspis* en avait également une paire ; *Tremataspis* en avait neuf ; chez les Astérolépidés, nous

trouvons une paire en place. Sans vouloir entrer dans une discussion, nous pouvons signaler une inconséquence : les impressions à la face interne du bouclier de *Cyathaspis* (traces des poches branchiales) seraient des impressions musculaires pour une série d'appendices, alors qu'il n'y en aurait qu'une paire. Jaekel a fait de ce travail une critique fort sévère (e); les opinions de Patten semblent, en effet, bien extraordinaires et recruter fort peu d'adhérents.

25. — *L'habitat des Ostracodermes; le vieux grès rouge.* — M. Leriche a émis quelques remarques intéressantes sur ces questions, et elles ont également été traitées avec un certain développement par Sollas dans son mémoire récent sur *Palaeospondylus*, que nous aurons à examiner plus loin.

Le vieux grès rouge, qui ouvre la série devonienne en Angleterre, est généralement considéré comme une formation lacustre ou d'eau saumâtre; il en résulterait que les Ostracodermes qu'on y trouve seraient des animaux côtiers. M. Leriche fait observer que dans l'Ardenne, la série devonienne débute par le poudingue de Fépin et l'arkose de Weismes, formations littorales, mais certainement marines, qui manquent dans le Pas-de-Calais. Il y a là une contradiction apparente, que M. Leriche explique d'une façon fort simple : le bassin de Dinant apparaît au début de l'époque devonienne comme une vaste dépression, envahie à l'Est par les eaux marines, qui ont déposé le poudingue et l'arkose, mais occupée à l'Ouest par des eaux saumâtres ou douces, avec des Ptéraspidés.

Seulement, le Gedinnien ne donne pas des *Pteraspis* uniquement à l'Ouest, en Angleterre et dans le Pas-de-Calais; on en a trouvé dans les schistes noduleux gedinniens d'Ombret dans la province de Liège (Forir, 1895); et dans la collection Malaise, Dollo (1905) a signalé *Pteraspis Dunensis*, l'espèce de l'Eiffel, provenant de Saint-Hubert. M. Leriche en conclut que le domaine des eaux douces a pu s'étendre pendant le Gedinnien supérieur jusqu'au cœur de l'Ardenne.

Une pareille migration des faunes, et en particulier des Ostracodermes, a été signalée entre l'Écosse et l'Ardenne par Max Lohest (1887). Des considérations de plus grande envergure, mais aussi moins précises, ont été émises par Claypole (*The Ancestry of the upper devonian Placoderms of Ohio*, AMERICAN GEOLOGIST, June, 1896). L'antériorité des formes russes est peut-être due à des variations géographiques de même nature.

Sollas attire l'attention sur la stérilité ordinaire du vieux grès rouge.

L'assertion semble paradoxale; mais en réalité, si les fossiles sont très abondants, ils sont fort inégalement distribués; ils n'existent que sporadiquement ou bien tout à coup, et dans des horizons spéciaux, ils deviennent d'une abondance extrême; ils vont donc par bancs.

Un deuxième fait singulier est la limitation de cette faune à deux groupes zoologiques seulement : les Poissons et les Crustacés. Le fait est d'autant plus significatif que dans les couches marines de la même époque, il y a une faune très variée.

Une faune lacustre semble devoir comporter des mollusques d'eau douce. Il en était déjà ainsi à l'époque devonienne, car on a trouvé à Kiltorcan (Irlande) une *Anodonte*; ce fait, si la détermination zoologique est exacte, démontrerait l'existence de mollusques d'eau douce, et leur pullulation dans des conditions favorables; mais il démontre aussi que ces conditions favorables n'étaient pas générales dans l'aire du vieux grès rouge.

Beaucoup de faits tendent à démontrer qu'en Russie plusieurs parties du système se sont déposées dans des lacs salés; on trouve parfois des pseudomorphoses de sel gemme.

C'est là, pour Sollas, l'explication de toutes les anomalies. Par leur concentration et leur forte salure, ces mers mortes étaient azoïques, et leurs dépôts stériles. Mais dans leurs rivières tributaires, avec de l'eau douce, vivait une faune abondante; des crues subites entraînaient tous les éléments mobiles de cette faune dans le lac, où les animaux périssaient aussitôt. La vase de ces eaux d'orages assurait un enfouissement rapide et une excellente conservation, comme le montrent tout particulièrement les *Palaeospondylus* d'Anacharras.

Cette hypothèse de Sollas est fort séduisante, d'autant plus qu'elle s'appuie sur ce qui se passe encore actuellement dans le Grand Lac Salé de l'Utah. Elle appelle pourtant quelques remarques.

Tout d'abord, le système des mers mortes doit avoir été bien développé à cette époque. Les géologues auront à nous dire ce qu'ils en pensent.

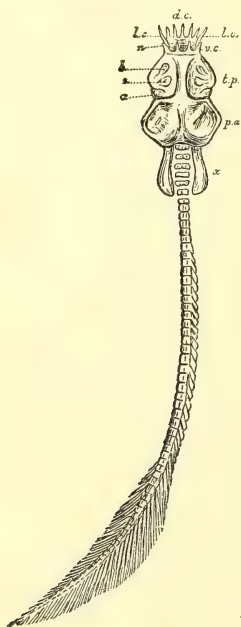
La forte concentration et la salure foudroient les animaux; elles ont aussi pour effet de précipiter rapidement les matériaux en suspension, mais font flotter les cadavres. Pour ces deux raisons, les conditions d'un enfouissement rapide ne paraissent donc pas réalisées. Il est vrai que c'est une question de degré, de plus ou de moins; il faut du sel, mais pas trop n'en faut.

L'absence de quelque chose est toujours un fait négatif, sur lequel on ne peut raisonner qu'avec prudence. Déjà en 1866, Schmidt (*Mineral.*

Ges. Petersb.) remarquait la curieuse composition faunique du Silurien supérieur de l'île d'Oesel, le gîte du plus ancien Céphalaspidé *Thyestes* et des beaux Euryptérides; en dehors de cela, il n'y a qu'une petite Lingule. Or, tous ces restes ont une composition chimique identique : du phosphate de chaux. Les fossiles calcaires ont disparu, mais ont laissé des empreintes. La limitation de la faune n'est donc pas due à une pauvreté originelle, mais à une réduction secondaire par dissolution des fossiles purement calcaires; ce n'est pas une question de zoologie, mais de chimie. Cela ne veut pas dire qu'il en a été de même en Écosse, mais une certaine réserve est toujours recommandable.

III. — *Palaeospondylus*.

26. — *Description sommaire.* — La figure 5 donne une première idée du fossile. On voit successivement d'avant en arrière : d'abord une couronne de cils ou de tentacules disposés en cercle; puis deux



grandes vésicules plus ou moins clairement subdivisées en parties; puis une paire de vésicules postérieures, suivies de deux plaques, entre lesquelles commence la colonne vertébrale par des anneaux isolés; plus loin en arrière, les ossifications annulaires des corps vertébraux sont au contact; par suite d'une torsion de la colonne, on commence à voir les apophyses épineuses. Traquair, qui a donné la restauration figurée ici, considère que l'animal est toujours couché sur la face dorsale de la tête et montre par conséquent la face basale du crâne; celle-ci aurait une espèce de rainure sur la ligne médiane.

Un travail récent de Sollas (*), application d'une nouvelle méthode d'investigation, a donné des renseignements importants. Ce travail soulève en outre des questions théoriques du plus haut intérêt.

FIG. 5. — *Palaeospondylus*.

(*) W. J. SOLLAS, *A method for the investigation of fossils by serial sections* (PHILOS. TRANS., June, 1903; published 14 Nov. 1903.)

W. J. SOLLAS and IGERNA B. SOLLAS, *An account of the devonien fish Palaeospondylus*. (IBIDEM.)

27. — *Composition chimique du fossile.* — La substance du fossile est noire comme du jais. Sollas a eu l'idée d'en faire une analyse chimique. Mais *Palaeospondylus* est de petite taille, constituant un enduit mince sur la pierre; il n'y a donc pas moyen de recueillir assez de substance pure. L'analyse a donc été faite par personne interposée; on a utilisé *Cocosteus*, plus massif et se présentant dans les mêmes conditions d'aspect et de fossilisation.

La substance a la composition du *cannel-coal*. La partie minérale, qui reste comme cendres à la calcination, contient une quantité de phosphore correspondant à plus des deux tiers de son poids en phosphate calcique.

Le fait intéressant, c'est la formation de charbon aux dépens de restes de poissons. La base organique de l'os, la chondrine, a été transformée de façon à ressembler entièrement à un charbon ordinaire d'origine végétale. Sollas entre dans des considérations détaillées pour expliquer le phénomène chimique. La chondrine, comme matière animale, contient assez bien d'azote, tandis que la cellulose n'en renferme pas; mais à part cela, la composition est très sensiblement la même pour la proportion entre le carbone et l'hydrogène.

28. — *Méthode des coupes minces de Sollas.* — L'auteur rappelle que le paléontologiste a quelque raison d'envier au zoologiste le puissant moyen d'investigation des coupes minces en série continue. Beaucoup de fossiles sont plus ou moins engagés dans la roche dure, d'où il est difficile, parfois impossible à cause du risque, de les dégager; ils ne fournissent pas la dixième partie des renseignements qu'ils pourraient donner. On peut bien faire des coupes minces transparentes, mais la technique la plus perfectionnée ne peut les fournir que par intervalles de 1 millimètre, ce qui rend la méthode inapplicable aux objets de petite dimension.

Sollas a eu recours au procédé de polissage et d'usure graduelle, au moyen d'une espèce de meule de diamantaire. L'appareil permet deux choses: user un plan parfait exactement par épaisseurs successives de $\frac{1}{40}$ de millimètre, enlever la pièce après chaque opération pour l'examiner, et puis la replacer très exactement en position pour user de nouveau.

A chaque étape, le fossile est dessiné ou photographié, généralement avec agrandissement. Puis le dessin est reproduit en cire, d'une épaisseur proportionnelle au grossissement; on n'a plus qu'à superposer tous ces plans en cire pour obtenir un modèle.

Ont été traités de cette façon, un Graptolithe, un Ophiuride des couches de Ludlow et une série de *Palaeospondylus*. Les modèles ont été exposés au meeting de Glasgow de la « British Association » en 1901 et à une soirée de la « Royal Society » en 1902. Il y a actuellement trois collections de *Palaeospondylus* : une à Oxford, une au « Natural History Museum » de Londres, une à Munich.

Théoriquement, la méthode doit permettre de faire l'anatomie complète et exacte d'un fossile ; mais il reste toujours l'imperfection résultant d'une conservation insuffisante, de l'écrasement, de la déformation, du déplacement, du chevauchement des parties. Pour obvier à ces inconvénients, il faut multiplier les exemplaires examinés, compléter et rectifier les indications de l'un par celles de l'autre ; cela est facile quand on a assez de matériel, inapplicable pour les pièces rares, car l'usure se fait jusqu'à extinction de la pièce, qui est détruite à tout jamais.

Les résultats inspirent confiance par leur constance. La bonne demi-douzaine de *Palaeospondylus* ont donné des renseignements fort concordants ; par exemple, dans la paroi crânienne, des perforations toujours aux mêmes places et précisément où l'on pouvait s'attendre à trouver des passages pour les nerfs.

Les modèles n'ont pas un aspect fort esthétique. Les plaques de cire sont superposées comme les marches d'un escalier ; les contours sont heurtés, anguleux ; l'ensemble, au premier coup d'œil, est confus. C'est encore pis sur les planches du mémoire, la photolithographie ne rendant pas bien les reliefs. On comprend que les auteurs, dans leur souci respectable de donner les faits tels quels, se soient abstenus de faire la toilette de leurs préparations ; mais ils auraient pu donner en plus des figures schématiques ou, mieux encore, une restauration. Le but final de la paléontologie n'est pas la connaissance du fossile lui-même, avec les ossements mêlés en un chaos informe, ou les organismes réduits à l'état de galette, mais bien la connaissance de l'animal tel qu'il était en son vivant. Sollas a certainement des idées à ce sujet, plus complètes et plus exactes que celles de ses prédécesseurs, car autrement son travail n'aurait pas de raison d'être ; que ne les précise-t-il dans un dessin ? La lecture de son mémoire, parfois assez pénible, en aurait été grandement facilitée.

29. — *Orientation primitive du fossile par Traquair.* — Traquair a orienté le fossile comme étant toujours couché sur la face dorsale du crâne, montrant par conséquent la face basilaire. Cette détermination se fonde sur les allures de la colonne vertébrale.

La tête est toujours couchée avec ses faces dorsale et ventrale, parallèles à la schistosité ou lamination de la pierre; Sollas (p. 270) insiste sur le caractère absolument général de cette position, « conséquence de la forme déprimée de la tête, comme celle d'un têtard ou d'une Raie ». La queue est aussi dans la même position. Le crâne étant élargi horizontalement, la queue élevée verticalement sur le vivant, mais les deux régions étant dans le même plan dans le fossile, il doit nécessairement y avoir, pour la colonne vertébrale, une torsion de 90°, et cela dans n'importe quelle position de l'animal, que la tête soit couchée sur la face dorsale ou sur la ventrale. Mais l'allure des apophyses épineuses va être différente. Si l'animal est couché sur le ventre, on doit voir les apophyses d'en haut, en raccourci; puis, à mesure que la colonne vertébrale se tord, les vertèbres tourneront également et finalement se présenteront tout à fait de côté; dans toute l'étendue de la colonne vertébrale, les apophyses seront visibles. Au contraire, quand l'animal, couché sur le dos, ne montre que la face ventrale, les corps des vertèbres cachent les arcs neuraux et l'on ne commencera à voir ces derniers que graduellement par suite de la torsion; ils paraîtront sortir de plus en plus de la pierre. Or, c'est là ce qui semble se produire; Traquair en a conclu que l'animal était couché sur le dos, exposant sa face ventrale; et si jamais conclusion a dû paraître justifiée, c'est bien celle-là.

Elle est importante par ses conséquences. La surface considérée comme basilaire se montre assez compliquée, mais nette de tous autres éléments superposés dans le fossile; c'est-à-dire que chez l'animal vivant, en position naturelle, le dos en haut, il n'y avait aucun élément squelettique suspendu sous le crâne; donc pas d'arcs inférieurs ni de mâchoires. Cet agnathisme concordait parfaitement avec la monorhinie admise par Traquair, qui considérait le cercle tentaculaire comme ayant entouré une ouverture nasale médiane impaire.

30. — *Orientation du fossile par Sollas.* — Sollas commence sa description en disant que le crâne présente une dépression (*a median longitudinal trough*), avec de chaque côté des structures latérales paires. La dépression se termine en avant par un groupe de protubérances comme des épines ou des tentacules. Traquair parle aussi d'une dépression sur la ligne médiale (*a furrow*), dont les bords font saillie. D'autres détails encore, l'examen comparatif des textes et des figures ne peuvent laisser le moindre doute sur le fait que les deux auteurs visent la même structure. Or, pour Traquair, ce sillon est creusé sur

la face ventrale de la partie basilaire du crâne, tandis que pour Sollas, il est la cavité crânienne elle-même, dans l'intérieur de laquelle on voit directement, par suite de l'absence de toit calcifié.

Pour Traquair, « tous les exemplaires semblent couchés sur le dos, la face ventrale de la tête étant seule exposée ». On ne connaîtrait donc pas la face dorsale; mais la constance de l'engagement du squelette dans la pierre, c'est-à-dire que les échantillons se fendillent du côté ventral et non du côté dorsal, a fait supposer à Traquair que cette face dorsale était beaucoup plus inégale, plus tourmentée et que, pour cette cause, elle était plus solidement ancrée dans la roche. Les dessins de Traquair montrent pourtant des aspects fort différents; au lieu des capsules paires, souvent il y a une série de barres obliques parallèles. Ces différences étaient expliquées par le fait de différences dans l'usure de la pièce par les agents atmosphériques.

Pour Sollas, « le fossile est assez complet, présentant tantôt la face ventrale, tantôt la face dorsale; comme jusqu'ici il y a eu quelque doute sur ce point, il est bon d'ajouter que les coupes sériées mettent la question hors de discussion; en usant des exemplaires exposant la face dorsale, on finit par rencontrer la face ventrale; et réciproquement chez ceux montrant la face ventrale, on retrouve finalement la face dorsale » (p. 268). La face dorsale montre la gouttière, cavité crânienne, avec les deux paires de capsules latérales; la face ventrale montre constamment une série de barres obliques, comme des arcs inférieurs, et s'accorde parfaitement avec des exemplaires « usés » (*weathered*) de Traquair. La voûte crânienne était membraneuse; seuls les pieds-droits de la voûte étaient calcifiés et sont conservés par la fossilisation; en arrière, dans la région occipitale, ces pieds-droits ont souvent une tendance à se rapprocher sur la ligne médiane. « L'arc neural de la première vertèbre est resté en position par rapport au crâne, quoique le corps de cette vertèbre se soit séparé de l'arc et se soit couché sur sa face articulaire » (p. 276). « En l'absence apparente d'un arc occipital, cet élément pourrait peut-être être représenté par l'arc neural de la première vertèbre, laquelle, quoique non encore réellement incorporée au crâne, semble sur le point de l'être » (p. 283).

Nous voilà donc, dès le début, en présence d'un désaccord fondamental, puisque la face ventrale pour Traquair est la face dorsale pour Sollas. Ce qui est étonnant, c'est que nulle part Sollas ne mentionne cette différence essentielle d'orientation, que certainement il doit avoir aperçue. Il se réfère fréquemment, pour certains détails, à la description et aux figures de Traquair, et cela pour la position relative d'organes,

et considère ses propres résultats comme confirmant ceux de son devancier; alors que, évidemment, les rapports doivent être tout juste l'inverse.

Il est clair que cette contradiction doit être résolue si l'on veut se livrer à des considérations morphologiques. Quelque bien fondée que paraisse au premier abord l'interprétation de Traquair, les faits cités par Sollas semblent devoir faire pencher la balance en sa faveur. La gouttière longitudinale serait assez extraordinaire pour une face basilaire et elle a réellement toutes les allures d'une cavité crânienne, avec des trous pour les nerfs. De même, la série de barres parallèles se comprend aisément comme un appareil sous-crânien, mais nullement comme une face supérieure. La situation en place de l'arc neural de la première vertèbre est un argument décisif. Nous admettons donc l'orientation de Sollas, tout en constatant que l'allure de la colonne vertébrale demanderait à être expliquée. Traquair (communication épistolaire) estime que Sollas a tourné le fossile sens dessus dessous et maintient sa première opinion; il ne tardera pas à publier à ce sujet. De son côté, Sollas annonce l'intention de défendre son interprétation. Le débat ne peut manquer d'être intéressant (*).

(*) Ayant eu l'occasion d'examiner à nouveau les modèles de Sollas, au *Natural History Museum*, à Londres, j'ai pu constater une anomalie. Le modèle catalogué P. 9859 est celui reproduit par la figure 1 du mémoire : aspect dorsal d'une reconstruction. Le modèle P. 9860 est la figure 2 du mémoire, dont la légende dit : Surface ventrale de la même reconstruction. La deuxième pièce est donc la première retournée et doit, par conséquent, montrer à la gauche de l'observateur ce que la première montre à droite.

Le modèle correspondant à la figure 1, l'aspect dorsal, peut se démonter en partie; une moitié de l'épaisseur s'enlève et montre alors, vue d'en haut ou dorsalement, la moitié inférieure; on voit à droite de cette moitié inférieure les premières indications des barres obliques parallèles, et à gauche une grosse pièce quadrilatère, sans aucun doute celle marquée barres trapèzes et premier branchial sur la figure 2. Mais dans cette figure 2, cette pièce se trouve également à la gauche du dessin, alors qu'elle devrait être à droite.

Sur les modèles, l'anomalie est très frappante; une fois l'attention attirée sur ce point, on trouve encore d'autres discordances. Les tentacules, par le hasard des déplacements pendant la fossilisation, s'arrangent de façons fort diverses. Sur l'exemplaire considéré, les quatre ventraux sont disposés comme suit : l'externe gauche est renflé au bout et incurvé vers le dehors; l'interne gauche est épais; les deux sont soudés par la base; l'interne droit est isolé; l'externe droit est isolé aussi et plus écarté. Dans un dessin de la vue dorsale, la paire soudée doit être à gauche du dessin, et c'est ce que montre la figure 1 de Sollas; pour une vue ventrale, cette paire soudée doit être à droite du dessin; mais la figure 2 la montre cependant à gauche.

Il doit y avoir eu erreur dans la manipulation des diverses coupes.

51. — *Capsules auditives*. — La paire postérieure des capsules est considérée par Traquair comme occupant la région parachordale et étant les capsules auditives. Sollas accepte cette interprétation comme capsules auditives, et sa méthode des coupes lui permet de donner même quelques renseignements sur la structure interne; au niveau de ces capsules, la paroi latérale du crâne est incomplète, communiquant par une large échancrure avec la cavité des capsules, passage pour le nerf auditif; et dans l'intérieur de la capsule, il trouve « des traces du cours des canaux demi-circulaires antérieur et postérieur ».

On sait que le labyrinthe des Vertébrés montre une complication graduelle, un bel exemple de série morphologique. L'*Amphioxus* n'a pas d'otocyste, mais cette absence est probablement secondaire, car l'appareil existe chez les Tuniciers; sa disparition est probablement en rapport avec le genre de vie et un cas analogue à ceux des Polyclades, de *Balanoglossus*, de *Chiton* chez les Mollusques, tous animaux vivant dans la zone du ressac et qui seraient assourdis par le déferlement des vagues; dans un vacarme perpétuel, on ne peut quand même plus rien entendre, et des organes auditifs ne sont plus qu'une gêne. Chez *Myxine*, il y a un seul canal demi-circulaire, deux chez *Petromyzon*, trois chez les Gnathostomes. Le nombre des canaux demi-circulaires chez *Palaeospondylus* pourrait donc donner un renseignement important sur les affinités. Or, Sollas n'en mentionne que deux, et précisément les deux qui existent chez *Petromyzon*; il n'est rien dit au sujet du canal externe horizontal. Mais on ne pourrait tabler sur ce fait, l'état de conservation du fossile ne permettant pas d'avoir une certitude pour de pareils détails.

En général, les descriptions de Sollas, faites d'après les modèles, ne peuvent pas toujours être vérifiées par l'examen des planches; mais ici, il semble bien que la figure dise plus que le texte et qu'il y a un détail qui trancherait la question d'orientation du fossile. Les canaux demi-circulaires ont, par rapport à la position de l'animal, une situation bien définie comme cause ou conséquence de leur fonction d'équilibration. Les deux mentionnés par Sollas sont les verticaux. Quand on commence à couper par le haut, à enlever des tranches dorsales successives, la première coupe affectant un canal le prendra dans son anse supérieure; on verra donc une rainure, la portion horizontale de la courbe, avec à chaque bout un puits profond, les deux portions verticales. Si, au contraire, les coupes commençaient par le bas, par la face ventrale, on tomberait d'abord dans une grande cavité logeant le vestibule, puis on attaquerait les parties ascendantes des canaux, qui se présenteraient sur

les coupes comme des trous isolés, se rapprochant, pour finir par donner une rainure. Or, la figure *Isca* de Sollas semble montrer clairement que c'est le premier cas qui est réalisé.

32. — *Gammation*. — Traquair a décrit comme faisant partie de la capsule antérieure, un lobe accessoire, marqué *a* sur sa restauration. Sollas trouve que ce n'est pas un lobe creux, mais une tige curieusement recourbée en L renversé : Γ , comme la lettre grecque *gamma*, d'où le nom de *gammation*. Elle n'est pas tout à fait isolée, et ses rapports sont plus intimes avec la capsule antérieure qu'avec la capsule auditive. L'intervalle entre la gammation et la capsule auditive est ce qui donne l'impression d'une division du crâne en deux régions l'une derrière l'autre.

La gammation est couchée à peu près horizontalement, la courte barre en dehors et par conséquent le creux de l'angle tourné en dedans. Dans cette région, la paroi du crâne montre non une échancrure, comme au niveau des capsules auditives, mais un trou, délimité aussi en haut. Sollas interprète cette région comme la région orbitaire; le trou livrerait passage au nerf optique, peut-être à d'autres encore; la gammation doit être alors une barre sous-orbitaire.

Plus en avant, devant la gammation, se trouve une pièce plus petite, la pré-gammation. Elle est à un niveau plus bas, comme du reste aussi la gammation; elle est sous la capsule antérieure et ne serait donc pas visible d'en haut, si fréquemment le toit postérieur de cette capsule n'était ouvert; on voit alors la pré-gammation à travers cette ouverture.

33. — *Capsules nasales*. — La paire antérieure de capsules a été reconnue par Traquair être creuse, et il suppose qu'elle protégeait l'œil; comme Traquair considérait la face visible comme la ventrale, ce devait donc être le plancher de la cavité oculaire. Il y avait fort exactement remarqué deux dépressions, séparées par une ligne plus saillante en relief, puis encore le petit lobe postérieur accessoire *a*.

Sollas écarte d'abord ce lobe, qui est la gammation. Il donne au reste le nom de hémidôme, désignation qui a l'avantage de ne rien préjuger au sujet de la fonction et de la nature morphologique. L'hémidôme est probablement complet au-dessus, au moins dans sa moitié antérieure; en dessous, il est largement ouvert, il n'a pas de plancher. La cavité est divisée en deux compartiments par une barre transversale, allant de la paroi latérale de la capsule à la paroi du crâne; les rapports

de cette barre avec la paroi du crâne ne sont pas nets; tantôt elle paraît libre, tantôt soudée.

Dans la paroi du crâne, il y a plusieurs petites ouvertures de communication avec la cavité de l'hémidôme, mais leur position est assez inconstante. Mais il semble y avoir une autre communication plus importante. La paroi latérale du crâne diminue brusquement en hauteur, en avant; elle est à un niveau plus bas que le bord de l'hémidôme et, par conséquent, les deux cavités y peuvent communiquer librement.

En résumé, il y a donc une paire de capsules antérieures, plus ou moins complètes par-dessus, largement ouvertes en dessous, incomplètement séparées en deux loges par une barre transverse, communiquant avec la cavité crânienne par une série de trous à position non constante et par une échancrure en avant de la paroi latérale du crâne.

Sollas interprète ces capsules comme olfactives ou nasales; l'animal serait donc amphirhinien. Il mentionne une idée du professeur Bridge : la barre transversale représenterait la lame séparant l'ouverture nasale en deux ouvertures séparées, une antérieure et une postérieure, dispositif qui existe chez beaucoup de Poissons; en outre, les narines seraient alors ouvertes à la face inférieure du rostre, comme chez les Sélaciens. Les orifices dans la paroi latérale du crâne sont trop petits et trop inconstants dans leur position pour l'innervation; celle-ci se ferait donc par l'avant.

Au sujet de ces interprétations, il y a quelques remarques à faire. Les nerfs crâniens passent à travers les parois crâniennes à l'état de gros cordons pleins, par conséquent à travers des ouvertures d'une certaine dimension, dont le nombre est fixe et la situation aussi. Mais partout chez les Vertébrés, le nerf olfactif fait exception; le « nerf » olfactif, en réalité un lobe du cerveau, reste à l'intérieur du crâne; ce qui sort, ce sont des filets assez minces et nombreux; de là, la lame criblée de l'ethmoïde. Les faibles dimensions des trous et l'inconstance de leur position ne semblent donc pas une objection aussi sérieuse que le considère Sollas; bien au contraire, l'arrangement serait plus normal, car le trajet de l'innervation serait plus direct et il ne faudrait pas avoir recours à ce trajet contournant le bord antérieur du crâne, qui ferait du ganglion olfactif une sorte de nerf récurrent, sans aucune analogie dans aucun groupe vertébré.

Cette ouverture antérieure de l'hémidôme, n'étant alors pas occupée par un nerf, a pu être occupée par autre chose. Plusieurs des figures de Sollas montrent un même détail, sur lequel le texte est muet. Cette

ouverture antéro-supérieure de l'hémidôme semble se continuer entre les tentacules rostraux (fig. 1, à droite; fig. 3, à gauche; fig. 4, des deux côtés; fig. 7, également des deux côtés), comme si un canal partait de l'organe olfactif pour traverser les tentacules et aboutir au dehors au milieu du cercle tentaculaire, évidemment comme ouverture nasale ou narine; et comme les hémidômes sont largement ouverts par en dessous, le canal a pu déboucher là par une ouverture postérieure, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur, dans la bouche, comme chez les Cyclostomes à voûte palatine percée, *Hyperotreti* : *Myxine* et *Bdellostoma*. Ce n'est évidemment qu'une suggestion; mais l'interprétation de Sollas n'est non plus qu'une hypothèse et même, à tout prendre, moins naturelle.

34. — *Les tentacules rostraux*. — C'est ici que les choses semblent compliquées. Il y a de nombreux tentacules, onze en tout, et il est déjà naturellement assez difficile de se retrouver au milieu de pareils organes accumulés. Aucun des deux auteurs ne s'explique nettement sur les rapports de ce complexe tentaculaire avec les parties environnantes; et pour couronner le tout, Traquair et Sollas sont parfaitement d'accord sur la répartition de ces tentacules entre les faces dorsale et ventrale; comme la face ventrale pour l'un est la face ventrale pour l'autre, cet accord met le comble à la confusion, car il est en réalité une contradiction.

Pour en sortir, occupons-nous d'abord de la répartition des tentacules entre les deux faces, mais rappelons au préalable comment on fait une restauration. On s'appuie naturellement sur le plus grand nombre d'exemplaires pour compléter les imperfections de l'un par les perfections de l'autre. Or, la couronne tentaculaire au complet ne s'est rencontrée jusqu'ici que chez un unique exemplaire de Traquair; la face exposée du fossile en montre quatre, puis il y en a deux latéraux, et un peu plus haut dans la pierre, cinq autres encore. Les données très fragmentaires fournies par les autres fossiles concordent, sauf qu'il manque toujours quelque chose. Pour Traquair, la face exposée étant toujours la ventrale, le dispositif de cet exemplaire unique a été introduit dans la restauration et combiné avec les dispositifs d'autres exemplaires pour les autres parties situées plus en arrière. Cet exemplaire unique est reproduit par Traquair (*Royal Phys. Soc. Edinburgh*, 1893, vol. XII, pl. IX, fig. 4). Or, il suffit d'un coup d'œil pour se convaincre que cette fois Traquair avait réellement un fossile montrant la face ventrale; son dessin correspond exactement

avec ceux de Sollas pour la face ventrale; il n'y a aucune trace de la rainure médiane ou cavité crânienne, de capsules paires; au contraire, en leur lieu, la série caractéristique de barres obliques parallèles; mais c'était là pour Traquair un simple accident d'imparfaite conservation des régions postérieures, et c'est ce qu'il dit dans la légende : « *the rest of the cranium is eroded* ». Pour compléter sa restauration, il a utilisé des exemplaires « mieux conservés », c'est-à-dire en réalité des faces dorsales. Sa restauration est donc une vue ventrale en avant, une vue dorsale en arrière.

La situation des tentacules par rapport aux autres organes a donné lieu à malentendu. Traquair semble les regarder comme formant un cercle autour d'un orifice qui serait dans la continuation de la cavité crânienne. Cet orifice ne pouvait être qu'impair médian; c'était un caractère monorhinien et l'argument principal pour admettre des affinités cyclostomes. Il croyait fort naturellement pouvoir même aller plus loin : le reste de la face « ventrale » ne montrant dans cette région aucune ouverture (puisque en réalité il voyait la voûte dorsale des hémidômes), l'appareil olfactif ne communiquait pas avec le pharynx et l'animal était du groupe *Hyperoartia* comme *Petromyzon*.

Mais en même temps, à propos de ces tentacules de *Palaeospondylus*, il rappelait les tentacules de *Myxine* qui sont, non pas circumnasaux, mais circumoraux, ce qui est assez différent. Si la mention n'avait pas pour but une comparaison morphologique, elle était pour le moins inutile et pouvait même donner lieu à confusion si l'attention n'était pas spécialement attirée sur la non-homologie des deux structures. Bashford Dean a donné dans cette confusion en parlant « d'une bouche circulaire entourée de barbillons comme ceux d'un Myxinoïde » (*Fishes living and fossil*). Traquair a mis une certaine insistance à relever cette erreur, qu'il avait quelque peu contribué à faire naître; de là une polémique dans les *Proceedings* de la *Zoological Society* (1897 et 1898) devenue actuellement sans grand intérêt.

Gegenbaur parle à diverses reprises de *Palaeospondylus* dans son grand traité. Il rappelle que Pollard a établi de vraies homologies entre les tentacules de *Myxine* et ceux des Sturionides et de plusieurs Téléostéens; ces organes ont donc une certaine portée phylogénique et *Palaeospondylus* serait un nouvel exemple d'une disposition qui doit avoir été très fréquente chez les formes ancestrales. Il penche donc vers des rapports circumoraux, mais déclare expressément que les faits sont insuffisants pour décider. L'orifice a pu être nasal, ou buccal, ou tous les deux à la fois. Les faits connus à cette époque ne fournissaient

aucun appui à cette conception, car Traquair était positif sur la continuité de la base de l'anneau tentaculaire avec la base du crâne; et dans ces conditions, on ne voit pas comment la bouche aurait pu passer.

Sollas n'est pas très explicite. « L'apparence générale suggère fortement que les rostralia (tentacules) forment une frange terminale autour de l'ouverture antérieure de la cavité crânienne (p. 278). » Mais d'autres fois, on se demande si c'est bien d'un anneau qu'il s'agit. La pièce portant les tentacules est décrite comme une barre épaisse, formant la partie antérieure de la base du crâne. Et puis, quelle est cette « ouverture antérieure de la cavité crânienne », et à quoi correspondrait-elle chez les autres Vertébrés? Sauf les trous de sortie pour les nerfs et le trou occipital, le crâne est une boîte entièrement fermée; il est vrai que certaines parties peuvent ne pas se chondrifier et rester membraneuses; mais peut-on nommer ces parties membraneuses des orifices? De pareilles lacunes existent fort étendues dans le rostre des Sélaciens, de façon à réduire les parties dures à quelques barres ou travées, qui sont les pièces rostrales. Mais ces pièces rostrales n'en font pas moins partie du squelette interne et ne sont, ni morphologiquement ni physiologiquement, des tentacules et, par conséquent, nullement comparables aux tentacules de *Palaeospondylus*, qui font saillie au dehors. Le nom de « rostralia » sous lequel Sollas les désigne ne semble donc pas heureusement choisi.

La représentation la plus rationnelle qu'on pourrait se faire de cette région est la suivante. Le crâne est fermé en avant par une membrane, comme chez beaucoup de Vertébrés inférieurs; les hémidômes sont les organes olfactifs (amphirhinie); ils s'ouvrent en avant dans la ligne médiane par une ouverture unique, ou par deux ouvertures plus ou moins rapprochées; cette région antérieure avec le ou les orifices nasaux était entourée de tentacules, comme chez *Condylura* (*the star-nosed mole*) de l'Amérique du Nord, qui n'en est pas plus pour cela un monorhinien; quant à une communication postérieure avec le pharynx, à cause de l'ouverture inférieure des hémidômes, elle est parfaitement possible, mais on ne peut rien en dire de plus. Ces tentacules ou barbillons seraient une similitude de plus avec les Sturionides et d'autres poissons des eaux vaseuses.

35. — *Restauration de la face dorsale.* — Si Sollas avait donné des figures schématiques, elles auraient été reproduites ici. A défaut de l'auteur lui-même, je me hasarde à en faire, tant bien que mal, et dans le seul but de rendre le texte plus facile à comprendre.

La figure 6 représente donc une vue dorsale de l'animal; le côté gauche est intact; du côté droit, on a fait un peu de dissection.

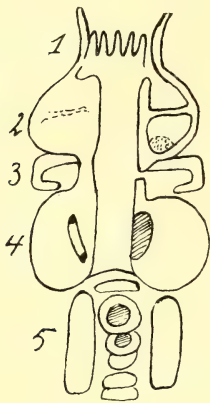


FIG. 6.

La région tentaculaire (1) montre cinq tentacules dorsaux et deux latéraux; à droite, le canal olfactif antérieur passe entre des tentacules.

Les hémidômes (2) montrent celui de gauche complet avec l'échancrure antérieure, communication avec la cavité du crâne pour le passage du nerf olfactif d'après Sollas, canal nasal dans notre interprétation. La double ligne pointillée indique la position de la barre transversale. A droite, la voûte est enlevée par une section horizontale. On voit la barre transverse qui divise l'hémidôme en deux compartiments; dans celui de derrière, la prégamma; dans la paroi latérale du crâne, les petits trous pour les filaments nerveux olfactifs ont été omis dans le dessin.

La région suivante (3) est la gamma; à droite, le trou pour le nerf optique.

Les capsules auditives (4); à droite, la grande échancrure de communication avec la cavité crânienne; à gauche, le trajet du canal demi-circulaire antérieur.

Les plaques post-occipitales (5, — x de Traquair) ont entre elles le commencement de la colonne vertébrale. L'arc neural de la première vertèbre est représenté en place; l'anneau immédiatement derrière est son corps vertébral; puis viennent les autres corps vertébraux; la situation de leurs arcs neuraux respectifs n'a pu être démêlée dans les figures de Sollas.

36. — *Restauration de la face ventrale.* — Pour faire suivre les deux restaurations, celle de la face ventrale est donnée ici; on pourra s'y référer pour les descriptions ultérieures.

La face inférieure commence en avant par la barre portant quatre tentacules (1) nommée *ampyx* par Sollas.

La pièce suivante (2) en T aux ailes recourbées a été nommée *tavidion*; elle constitue la base du crâne par sa tige médiane et le bord inférieur des hémidômes par ses parties latérales.

Puis viennent les arcs. La première paire (3) a une seule pièce de

chaque côté; elle correspond à la prégamma, qui est au-dessus d'elle et qu'on ne voit pas. Sollas nomme la pièce inférieure visible la barre trapèze antérieure et la considère comme la mâchoire inférieure, la prégamma étant la mâchoire supérieure.

La paire suivante est également composée d'une pièce de chaque côté (4); c'est la barre trapèze postérieure, en rapport avec la gamma. Ce serait l'arc hyoïdien; la gamma, sa partie hyomandibulaire; la barre trapèze postérieure, l'hyoïde proprement dit.

La troisième paire d'arcs (5) serait la première paire branchiale; les deux pièces (une de chaque côté) sont placées assez latéralement.

Les arcs branchiaux deuxième (6) et troisième (7) se réunissent d'abord chacun avec son homologue de l'autre côté en une soudure médiane, et puis les deux arcs successifs d'un même côté, l'un avec l'autre en une soudure ou une articulation.

A cette même articulation vient se joindre la quatrième paire branchiale (8), dirigée en arrière pour aller rejoindre les plaques post-occipitales (9).

Toutes les interprétations sont de Sollas. Nous aurons à les discuter en détail plus loin.

Dans la restauration de la partie dorsale, c'est autant que possible l'aspect de l'animal vivant, ou du moins de son crâne, qu'on s'efforce de rendre. Il n'en est pas de même ici. Bien certainement, sur le vivant, tout ce système de barres n'était pas couché dans un seul plan, mais formait une cage ayant un diamètre vertical d'une certaine dimension. Remettre ces parties dans leur position naturelle eût comporté trop d'interprétations et d'hypothèses. On s'est donc borné à représenter les pièces telles qu'elles paraissent se présenter le plus généralement chez les fossiles.

L'élévation verticale de la cage branchiale rendrait compte, d'après Sollas, d'un certain nombre de particularités des fossiles. Les premières vertèbres derrière la tête, entre les plaques post-occipitales, sont presque toujours dérangées, couchées sur leur face articulaire, parfois imbriquées, ou même, mais rarement, empilées les unes sur les autres; « ce dernier dérangement peut difficilement être expliqué par des contractions musculaires spasmodiques; il semble plutôt résulter de la



FIG. 7.

position de la base du crâne, légèrement surélevée au-dessus du fond de la mer par les arcs inférieurs » (p. 270). Cette même circonstance pourrait peut-être expliquer les différences assez notables de la voûte dorsale du crâne chez les divers individus; ces parties dorsales sont le plus longtemps à être enterrées et se trouvent ainsi plus longtemps exposées aux agents oxydants (p. 276).

La disposition actuelle du fossile a dérangé les connexions naturelles par une action d'écrasement ou plutôt d'aplatissement; le crâne est descendu entre les arcs, et ceux-ci ont été étalés de façon que leurs extrémités morphologiquement supérieures sont externes latéralement dans le fossile. Ces extrémités supérieures ont peut-être été reliées au crâne par des pièces épibranchiales dont Sollas croit, dans certains exemplaires, avoir trouvé des traces.

37. — *Théorie des mâchoires.* — Pour apprécier les interprétations de Sollas, demandons-nous d'abord en quoi consistent les modifications pour transformer un arc branchial ou inférieur en mâchoires.

Le programme consiste à réaliser deux pièces jouant l'une contre l'autre comme des tenailles ou comme les mors d'une pince. Chacune de ces pièces doit être homogène, c'est-à-dire une pièce unique ou bien des pièces distinctes, mais solidement unies, de façon à être parfaitement solidaires dans leur action. Si la solidité caractérise donc chaque pièce isolément, c'est, au contraire, la mobilité qui caractérise les rapports des deux pièces l'une avec l'autre; anatomiquement, à leur point d'union, il y aura une articulation mobile. La gueule doit pouvoir s'ouvrir le plus largement possible, mais aussi se refermer entièrement par juxtaposition exacte de ces deux moitiés. Ces deux actions seraient irréalisables avec des barres droites, qui peuvent bien se juxtaposer, mais qui ne peuvent pas s'ouvrir en maintenant le contact en un point. Mais si, au lieu de barres droites, on considère des barres courbées en arc, l'ouverture est possible; on peut le mieux se représenter ce dispositif par un cerceau qu'on replierait en deux, les deux endroits croqués par le pli figurant l'articulation.

Or, l'élément morphologique disponible, c'est-à-dire une paire d'arcs inférieurs, droit et gauche, constitue déjà presque un cercle complet ou cerceau; et comme nous pouvons, de par les faits nombreux d'anatomie comparée, admettre dans chaque demi-cercle latéral une articulation vers le milieu de la hauteur, nous avons les principaux éléments d'une mâchoire. Les modifications ultérieures doivent consister : 1° en l'abandon du contact supérieur de l'arc d'avec la base du crâne; 2° la

soudure des deux bouts supérieurs ainsi libérés; 3^o même soudure des bouts inférieurs des arcs sur la ligne médiane.

Ce mode de formation comporte l'isolement, d'avec le reste du squelette, de l'appareil masticateur ou mandibulaire. Or, cet isolement peut présenter un inconvénient : une proie un peu grosse et qui se débat énergiquement pourrait avoir chance de se sauver en arrachant les mâchoires et en les emportant fixées dans ses tissus. Aussi voit-on s'établir secondairement de nouvelles connexions entre le crâne et la mâchoire supérieure. Ces connexions sont de diverse nature, mais toutes tendent au même but : fixer la mâchoire supérieure de la façon la plus solide.

Les modifications les plus désirables ne sont pas toujours produites immédiatement de la façon la plus efficace; l'évolution ne fait pas ce qu'elle veut, mais ce qu'elle peut. Il est clair que les nouvelles connexions entre la mâchoire supérieure et le crâne se réaliseront d'abord là où elles peuvent se produire le plus facilement, et la question dominante est ici la proximité. Aussi voyons-nous la première connexion cranio-maxillaire se produire là où les organes sont le plus rapprochés, c'est-à-dire en avant, alors pourtant que c'est loin d'être l'emplacement de plus grande efficacité.

En effet, il est facile de comprendre que les efforts de traction agissent sur toute la partie postérieure avec d'autant plus d'effet que, par suite de la situation antérieure du point de fixation, la partie postérieure constitue un plus long bras de levier. Aussi, derechef, voit-on dans la série des Sélaciens apparaître un nouveau point de fixation postérieur sur le crâne, ou bien, comme chez les Chimères et les Dipneustes, la mâchoire supérieure tout entière se confondre avec le crâne (autostylie). Ou bien encore, une troisième connexion crânienne s'établit à l'endroit le plus efficace, à l'articulation même, ce qui réduit à zéro la longueur du bras de levier : la moitié supérieure du deuxième arc, l'arc hyoïdien, abandonne sa moitié inférieure pour se fixer à l'articulation mandibulaire et agir comme suspensorium ou hyo-mandibulaire.

38. — *Application à Palaeospondylus.* — Si maintenant on applique ces considérations au fossile, on voit du premier coup que les pièces 6, 7 et 8 réalisent complètement toutes ces conditions. Les deuxième et troisième arcs branchiaux de Sollas (6 et 7) présentent, en effet, le double caractère, sur lequel Sollas insiste comme sur une simple particularité, d'être soudés sur la ligne médiane avec leur homologue

de l'autre côté et d'être réunis entre eux. Son quatrième arc branchial (8) fixe l'articulation, non avec le crâne, mais avec les plaques post-occipitales. S'il y a, au point de vue morphologique, une différence, il n'y en aura pas au point de vue physiologique, car ces plaques, avec leur grande surface engagée dans les tissus, fourniront un point d'appui suffisamment solide. Sollas dit que l'union avec les plaques est bien une articulation.

Il n'est pas moins intéressant de comparer avec les interprétations de Sollas. La description est insuffisante pour se faire une idée de la forme exacte des gammations et des barres trapèzes; et les figures sont également inutilisables sous ce rapport; mais Sollas reconnaît que les mâchoires comme telles sont fort extraordinaires, tant par leur forme que par leur séparation en deux moitiés latérales.

Si les mâchoires sont réellement les pièces 6 et 7, que sont alors toutes les pièces antérieures? Sollas mentionne une interprétation de Goodrich, de la barre trapèze antérieure comme labiale; cette interprétation pourrait être acceptée, et même étendue à la barre trapèze postérieure et au « premier arc branchial », comme les deux parties d'un second labial; on sait que fort souvent ce deuxième labial se compose de deux pièces; et Sollas mentionne que réellement son premier branchial est souvent dans le prolongement de la barre trapèze postérieure.

Le tableau suivant résume comparativement ces interprétations :

	Prégammat.	Maxillaire supérieur.
Premier labial	Trapèze antérieur	Mandibule.
Sous-orbital (?)	Gammat.	Hyo-mandibulaire.
Second labial.	Trapèze postérieur	Hyoïde.
		Premier branchial.
Maxillaire		Deuxième »
Mandibule		Troisième »
Hyo-mandibulaire.		Quatrième »
Sus-branchial.	Post-occipital	Post-branchial.

Cette interprétation entraîne plusieurs conséquences. Il n'y aurait que deux arcs inférieurs : le mandibulaire et l'hyoïdien; il n'y a pas de véritables arcs branchiaux; les dents manquent. Voilà toute une série de questions intéressantes à considérer.

39. — *Absence des dents.* — Sollas, qui admet des affinités avec les Sélaciens, est naturellement gêné par l'absence de dents, que du reste

il lui serait difficile de placer sur ces mâchoires minuscules. La même difficulté se produit pour l'autre interprétation, avec cette circonstance aggravante que maintenant les mâchoires avaient un développement suffisant.

Les dents sont absentes; mais, dit Sollas, « elles ont néanmoins pu exister originellement; elles auront dû être fort petites et fortement calcifiées; dans les conditions favorables à la transformation du cartilage en charbon, il se sera produit beaucoup d'acide carbonique, qui a facilement pu dissoudre des structures calcaires comme les dents » (p. 270). Nous n'entrerons pas dans la discussion de cette question de chimie, mais nous ferons remarquer que pour toute une série d'organismes, on invoque toujours des anomalies zoologiques ou des circonstances géologiques exceptionnelles, des dégénérescences ou des dissolutions secondaires.

C'est que le point de départ des comparaisons est toujours l'organisme gnathostome. Or, dans la réalité évolutive, ce point de départ est aussi un point d'arrivée. Rechercher comment les gnathostomes se sont formés aux dépens d'un groupe préexistant, ou comment ce groupe primitif a évolué en gnathostomes, semble être pratiquement la même chose. Seulement, la seconde méthode est plus logique, car elle suit la voie que la nature a certainement suivie. L'ordre adopté dans tous les ouvrages scientifiques est toujours ascendant, des êtres inférieurs aux supérieurs; mais généralement on peut remarquer fort nettement que l'auteur a pensé autrement; car malgré l'ordre d'énumération, les homologues des êtres inférieurs sont établies par comparaison avec les supérieurs, antérieurement présents à l'esprit. En pensant ainsi à rebours, on risque de ne pas saisir la signification exacte de certains rapports.

Les notions de mâchoires et de dents paraissent étroitement connexes quand on considère les Gnathostomes connus, tant vivants que fossiles. Les cas d'absence de dents sont toujours secondaires; mais il s'agit de voir s'il a toujours dû en être de même au début et chez les formes de transition entre Agnathes et Gnathostomes. Nous aurons à revenir sur cette question et nous ne la considérons en ce moment que par rapport à *Palaeospondylus*.

Des mâchoires ont pu se constituer, non en vue de la préhension des aliments, mais comme simple renforcement de l'orifice inspiratoire pour assurer le jeu de soupape d'occlusion et d'ouverture pour le courant d'eau (première notice, p. 358); cette fonction n'a que faire de dents. Même l'intervention dans la préhension des aliments peut se

comprendre sans garniture dentaire, par exemple dans le cas d'englobement total d'une proie assez grosse dans une vaste cavité buccale; la barre solide enchâssée dans le pourtour de l'orifice, par suite de sa rigidité, ne permettrait pas à la proie de s'échapper en entr'ouvrant en un seul point des lèvres molles. Toujours en admettant une proie relativement robuste, il y aura nécessité de bien attacher la mâchoire, car malgré l'absence de dents, elle aura à résister aux efforts de traction que l'animal capturé exerce de l'intérieur. Or, chez *Palaeospondylus*, si notre interprétation est exacte, la gueule serait énorme, les mâchoires bien durcies seraient édentées et l'hyo-mandibulaire assure une bonne fixation.

L'animal semble avoir été nu, du moins on n'a pas trouvé la moindre trace d'un revêtement cutané. Cette absence, toutefois, ne prouve pas grand'chose; il a pu y avoir des ascendants cuirassés dans son histoire; l'armure dermique est quelque chose qui apparaît et disparaît assez facilement. Ceux de ses éléments qui, par leur situation topographique spéciale, ont pu entrer au service d'autres fonctions ou contracter des connexions avec d'autres organes, sont plus persistants; en premier lieu, les dents. D'où il résulte que leur absence est probablement originelle, contrairement à l'opinion de Sollas. *Palaeospondylus*, tout en étant gnathostome, ne serait pas encore dentistome.

40. — *Appareil branchial*. — Dans l'interprétation de Sollas, il y aurait quatre arcs branchiaux derrière l'hyoïde; dans notre interprétation, derrière l'hyoïde il n'y aurait plus aucun arc, mais seulement la plaque post-occipitale.

Les homologies du squelette branchial des formes inférieures sont encore fort obscures. Quand on réunit les diverses opinions de Gegenbaur (*Vergl. An. W.*, I, pp. 193 et 414), le squelette de l'Amphioxus est cuticulaire; celui des Cyclostomes, cartilagineux, épidermique, externe; celui des Gnathostomes, cartilagineux ou osseux et profond. Celui de l'Amphioxus ne passe pas aux Cyclostomes, celui des Cyclostomes ne passe pas aux Gnathostomes; il y aurait à chaque étape néoformation d'un appareil non homologue au précédent. Le système branchial des Gnathostomes serait donc le troisième dans la série des Vertébrés. Sans vouloir entrer dans une discussion approfondie, on peut pourtant dire que de pareils changements ne peuvent être considérés comme probables qu'appuyés sur des arguments suffisants. L'absence d'homologie entre l'Amphioxus et les Cyclostomes résulterait surtout de l'état anhiste du premier, tandis que les barres des Cyclo-

stomes sont du véritable tissu cartilagineux ; mais ce perfectionnement purement histologique et normal (première notice, p. 364) n'est pas nécessairement un caractère morphologique assez important pour rompre les affinités. De même la position externe chez les Cyclostomes, interne chez les Gnathostomes, tout en constituant une différence, ne semble pas pourtant former un obstacle insurmontable.

On a homologué comme rudiments d'arc maxillaire et d'arc hyoïdien chez les Cyclostomes, des parties cartilagineuses en continuité avec le crâne et en situation profonde. Il n'y aurait donc que deux arcs inférieurs internes, fait avec lequel s'harmonise admirablement la présence de seulement deux groupes de nerfs crâniens (Gegenbaur, p. 323). Or, chez *Palaeospondylus*, il y aurait ces deux mêmes arcs, mais beaucoup plus développés ; et pour autant que Sollas a pu donner des renseignements, le groupement des nerfs semble être aussi le même. Ce seraient là d'importantes homologues entre les deux formes.

Chez *Petromyzon*, l'hyoïde est relié en arrière avec la corbeille squelettique protégeant les branchies ; de même l'hyo-mandibulaire de *Palaeospondylus* est en rapport avec la plaque post-occipitale, qui dans notre interprétation doit avoir été dans la région branchiale, comme l'avait déjà pensé Traquair.

Petromyzon a des poches branchiales ; pour *Palaeospondylus*, la seule chose qu'on puisse dire, c'est qu'on ne trouve pas d'arcs branchiaux ; il a pu en exister, à l'état simplement cartilagineux, mais c'est peu probable étant donnée la forte calcification des autres parties du squelette. Or, l'absence d'arcs branchiaux est incompatible avec la présence de fentes comme chez les Gnathostomes ; en d'autres termes, quand il y a des fentes, il doit y avoir des arcs ; les deux notions sont connexes. Que l'on se représente, en effet, au lieu des poches muscularisées s'ouvrant en trous circulaires à l'extérieur, les fentes allongées des Gnathostomes, réduisant les parties entre les fentes à de minces travées, entre lesquelles passe un fort courant d'eau ; un appareil de soutien dans ces travées, sous forme d'arcs, paraît immédiatement comme une nécessité évidente. La plaque post-occipitale n'a nullement ces allures ; si elle ressemble à quelque chose, c'est plutôt à l'ensemble du squelette branchial des Cyclostomes, rendu continu aussi par des travées horizontales. Le peu que l'on puisse supposer des branchies de *Palaeospondylus* indique donc des poches musculaires.

On a homologué la plaque post-occipitale avec la côte crânienne de *Ceratodus*, dont la fonction et la signification morphologique sont indéterminées.

41. — *Position systématique.* — Traquair considérait l'animal comme monorhinien, c'est-à-dire cyclostome. Sollas examine assez en détail plusieurs autres affinités, suggérées par divers auteurs : avec les Dipneustes (Graham Kerr), avec les têtards de Batraciens (Dawson). On a cité une parole de Huxley : *a baby « Coccosteus »*, mais c'est plutôt une boutade qu'une opinion réfléchie. Sollas penche en définitive pour des affinités sélaciennes, mais conclut « qu'il ne semble pas possible de placer *Palaeospondylus* dans une quelconque des sous-classes reconnues de Poissons ; il appartient probablement à cette légion de formes primitives qui doivent avoir peuplé les eaux devoniennes, mais dont la grande majorité a disparu sans laisser aucune trace de leur existence ».

Notre interprétation n'est pas pour atténuer l'étrange de cet animal. Ce serait un Marsipobranche, mais un Gnathostome, mais édenté ; un Amphirhinien qui a pu être extérieurement un Monorhinien ; un Apode, avec le lobe dorsal de la queue plus élevé que le ventral. Il serait difficile d'imaginer un assemblage de caractères plus contradictoires ; pour nos cadres zoologiques, c'est un vrai monstre. C'est tout simplement un animal de transition, présentant encore et déjà des caractères typiques des deux groupes qu'il relie. Cette situation si exactement intermédiaire en fait un organisme du plus haut intérêt : c'est l'Archaeopteryx des Gnathostomes.

IV. — *Drepanaspis.*

42. — *Renseignements complémentaires.* — Les premiers détails un peu circonstanciés sur *Drepanaspis* ont été fournis par Traquair dans un mémoire sur les Poissons siluriens, publié en 1899 dans les *Mémoires de la Société royale d'Édimbourg* ; c'est le travail qui a été analysé dans ma première notice.

Deux autres communications du même auteur ont paru en avril 1900 et juillet 1902, dans le *Geological Magazine*, avec des dessins rectifiant la première restauration de 1899.

Fin octobre 1903 a paru un important mémoire sur les Poissons du Devonien inférieur de Gemünden, dans les *Mémoires de la Société royale d'Édimbourg*, avec des restaurations et des photolithographies.

Le mémoire silurien de 1899 donnait une restauration de la face dorsale (page 367, première notice — reproduite ici, fig. 8) ; latéralement en avant, il y avait contre le bord un petit cercle marqué *x* et

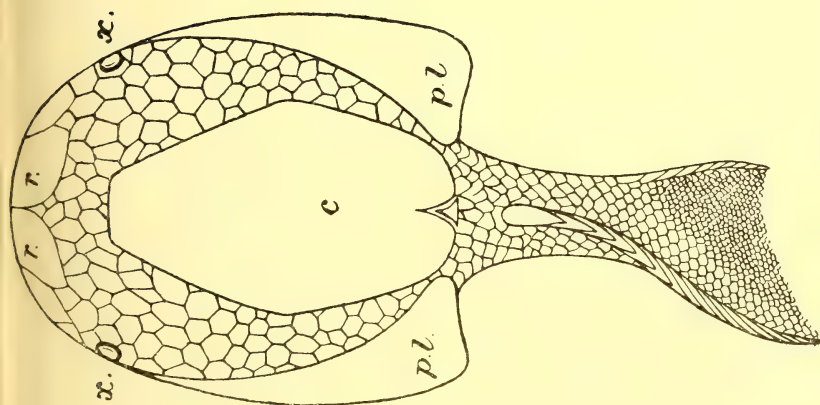


FIG. 8. — *Drepanaspis*.
Première restauration de Traquair, 1899.
Face dorsale.

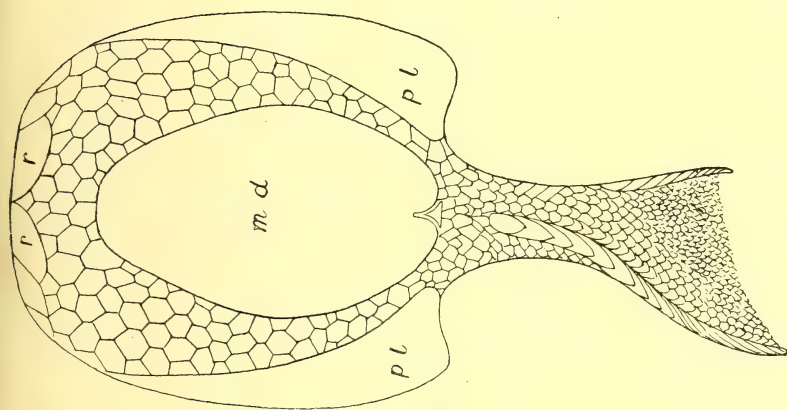


FIG. 9.
Dernière restauration, 1903.
Face dorsale.

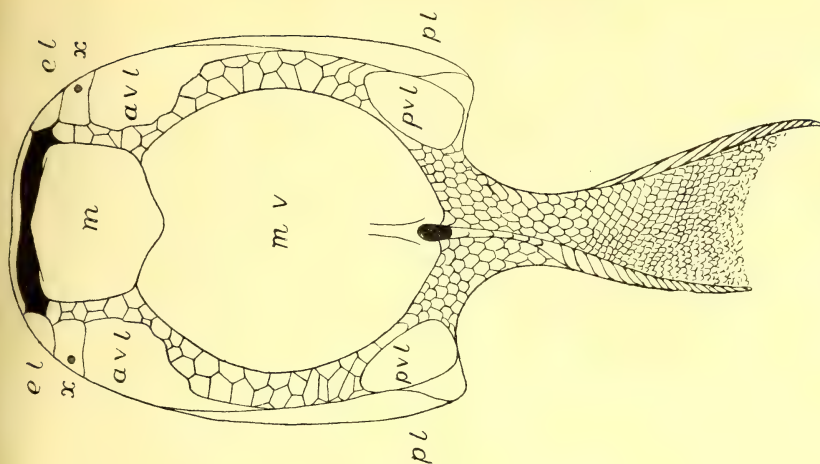


FIG. 10.
Face ventrale.

Ces figures sont extraites des mémoires de Traquair dans les *Transactions* de la Société royale d'Édimbourg.
Cette Société a bien voulu mettre les clichés à notre disposition.

interprété avec doute comme une orbite. En 1900, ce cercle devient une petite tache noire tout à fait en contact avec la ligne du contour, et il est dit (p. 167) « que cette petite dépression circulaire se trouve tantôt sur la face dorsale, tantôt sur la face ventrale des fossiles, d'où il semble qu'elle était marginale; dans quelques exemplaires, son plancher paraît orné de tubercules semblables à ceux du reste de la surface, de sorte que l'interprétation comme orbite peut difficilement être maintenue ». Traquair la désigne comme sensorielle. La courte notice de juillet 1902 est uniquement consacrée à cette question. Il y a bien réellement une ouverture, mais elle est fort petite et toujours sur la face ventrale. La plaque percée par cette ouverture porte sur sa face interne un bourrelet circulaire plus large autour de l'ouverture; c'est dans la cavité délimitée par ce bourrelet que vient se mouler, comme par estampage, la carapace supérieure pendant la fossilisation; et voilà comment ce creux de la face dorsale montre les sculptures superficielles normales. En conséquence, il est donné une nouvelle restauration dorsale, ne montrant plus l'appareil sensoriel.

45. — *Interprétations.* — Traquair a commencé par considérer la plaque post-latérale *pl* comme nageoire, opinion qui a été critiquée dans la première notice (p. 374). Des nageoires se transformant en plaques fixes, cohérentes avec le reste de la carapace, c'était une modification assez extraordinaire; car pratiquement c'était l'organe moteur dans une camisole de force. Toutefois, ces critiques avaient le tort de s'adresser à des vues que l'auteur avait pu abandonner dans ses deux publications ultérieures de 1900 et de 1902.

La question est en effet assez longuement traitée en 1900, à la suite d'un compte rendu par Smith Woodward du mémoire silurien, où précisément cette même interprétation de membres fixes avait été attaquée. Mais loin de modifier son opinion, Traquair cherche au contraire à l'appuyer de nouveaux arguments; il fait remarquer par exemple que dans l'hypothèse où *Acanthaspis* serait un Astérolépidé, comme le veut Smith Woodward, son épine latérale devrait être considérée comme un « Ruderorgan » fixé. La note de 1902 est muette sur cette question. Les opinions examinées dans ma première notice étaient donc bien celles professées à ce moment par Traquair, et les critiques formulées, fondées ou non, avaient au moins l'avantage d'être encore opportunes.

Il y avait cependant déjà une légère variante dans le travail de 1900. En décrivant la restauration de la face ventrale, l'auteur attire l'atten-

tion sur un détail : « L'espace entre *pvl* et *pl* à l'angle externe (laissé vide dans les figures) semble dans un exemplaire recouvert par une plaque plus petite. En tout cas (*in any way*), je pense que dans cette région doit avoir été placée l'ouverture branchiale, quoique sa position ne soit pas encore nettement déterminée. » Le mémoire tout récent, de 1903, reproduit textuellement ce passage.

Cette réserve au sujet de l'emplacement de l'orifice expiratoire pousse la prudence peut-être un peu loin. En somme, les pièces du squelette de *Drepanaspis* sont bien connues et il n'y a pas beaucoup de fossiles sur lesquels nous ayons des renseignements aussi complets et aussi précis. Il n'y a certainement pas d'orifice dans aucune des plaques de cette région latérale; Traquair lui-même signale la troncature oblique du bord de la plaque post-latérale, et exactement en ce même endroit, un hiatus entre cette plaque et la suivante vers la ligne médiane; enfin il déclare que dans cette région doit se trouver l'orifice branchial. Il semble tout indiqué de loger cet orifice dans cet hiatus.

Pourtant, à la réflexion, on peut trouver une raison à cette hésitation. Cette pièce latérale a déjà une valeur morphologique assez aberrante, comme un membre fixé; la doter, à ce qui a dû être son extrémité distale, d'un orifice branchial, en eût fait un membre par trop singulier. Si l'on contestait cette interprétation du bout de la plaque post-latérale comme l'extrémité morphologiquement distale du prétendu membre, l'ouverture branchiale n'en serait pas moins dans une position inadmissible et tout à fait exceptionnelle, car elle serait *derrière* la nageoire au lieu de devant.

Traquair déclare bien, dans son mémoire de 1903, n'avoir rien à ajouter ni à modifier à l'opinion émise par lui en 1899, mais cette déclaration s'applique uniquement « aux affinités plus immédiates de *Drepanaspis* ». Pour l'interprétation de l'organisation, ses idées semblent au contraire avoir subi des modifications assez notables. Dans une étude complète comme celle dont il a enrichi la littérature paléichthyologique, c'était le moment ou jamais de discuter à fond cette question si importante des homologies et de nous fixer clairement sur ses opinions. Bien au contraire, son interprétation primitive de la plaque post-latérale comme membre fixé est entièrement passée sous silence, sans même qu'une allusion la rappelle au lecteur. Mais cette plaque est dénommée « postéro-latérale ou *cornuale* », et dans la diagnose de la famille des Drépanaspidés, on peut lire : « pas de membres pairs ni d'appendices ressemblant à des membres » (*no paired limbs or limb-like appendages*, p. 725).

L'interprétation de l'organe sensoriel comme orbite n'a toujours été avancée qu'avec beaucoup de réserve. Les curieux détails fournis par un matériel plus complet montrent combien cette réserve était justifiée. Un œil sur la face ventrale est certainement une anomalie. Il est vrai que tous les fossiles sont à l'état de galette et que, sur le vivant, la situation a probablement été plus latérale. Ce n'en est pas moins un œil fort singulier; la petitesse de l'ouverture, l'épaississement annulaire interne rappellent plutôt l'appareil pinéal de certains Arthrodiriens, lequel fonctionnerait d'après le principe de la chambre obscure plutôt que comme appareil dioptrique. On pourrait même se demander si ce n'est pas un appareil olfactif, mais la situation en arrière de la bouche serait alors une anomalie; alors aussi l'œil serait absent. Si l'on en fait un œil, c'est alors l'appareil olfactif qui manque, à moins qu'on ne le place dans la fente buccale. Après tout, il est fort possible que chez ces tout premiers Vertébrés, les sens connexes du goût et de l'odorat aient été plus ou moins confondus physiologiquement et anatomiquement. Il est fort remarquable qu'on rencontre exactement les mêmes difficultés chez tous les Hétérostracés (*Pteraspis*, *Cyathaspis*, *Thelodus*, *Lanarkia*); ils ont tous trop peu d'orifices. Chez les Ostéostracés par contre, il y en a trop. Les deux yeux pinéaux des Cyclostomes sont un fait du même genre. Nous avons encore beaucoup à apprendre pour les organes des sens des Vertébrés.

V. — Astérolépidés.

44. — *Description sommaire.* — Nous voici en présence du plus étrange des Vertébrés. Agassiz prétend avoir revécu les émotions de Cuvier devant les Plésiosaures, ces êtres qui brisaient toutes les règles de la classification. Beyrich dit que si Lamarck avait connu l'animal, il en aurait fait la transition des Poissons aux Oiseaux, seulement un peu déplumés par la fossilisation. Ils sont le grand argument pour les affinités des Vertébrés avec les Arthropodes. Pour Simroth, ce serait un Vertébré terrestre, quelque chose comme un Stégocéphale en voie d'évolution vers des habitudes amphibies; dans un dessin, il représente un *Pterichthys* sortant d'une mare pour aller se promener à l'air et dressé sur ses appendices latéraux comme sur des échasses. Cope voudrait en faire des Ascidies à carapace. Ceux qui les considèrent tout simplement comme des Poissons sont pourtant loin de s'entendre entre eux sur la place à leur accorder; naturellement, ils ont commencé par être des Ganoïdes; aujourd'hui, assez généralement, on en fait le

groupe supérieur des Agnathes, sous la dénomination d'Antiarchi, de Cope, ou plus simplement Astérolépidés, avec les genres principaux *Asterolepis*, *Bothriolepis* et *Pterichthys*; les uns y ajoutent *Acanthaspis*, que d'autres rangent parmi le groupe suivant des Coccostéidés.

Les Astérolépidés ont été l'objet de nombreux travaux par Agassiz, Pander, Trautschold, etc. Une monographie des plus importantes est celle de Traquair, dans les belles publications de la « Palaeontographical Society »; malheureusement, la publication se fait avec une lenteur désespérante : le premier fascicule a paru en 1894; la page 90, la dernière, s'arrête au beau milieu d'une phrase et depuis lors nous attendons la suite. Il paraît que l'attente ne sera plus si longue; M. Traquair a bien voulu m'écrire (janvier 1904) que la seconde partie paraîtrait incessamment. J'aurais différé la publication de la présente notice, s'il n'y avait pas eu un intérêt à rendre compte d'autres travaux, notamment des considérations nouvelles de Jaekel, et si des notions générales sur les Astérolépidés n'étaient indispensables pour l'étude du groupe suivant des Arthrodiriens.

Tous les traités de géologie et les livres de zoologie donnent des figures de *Pterichthys* et des descriptions fort sommaires sans doute, mais pourtant suffisantes pour notre but. Il ne s'agit pas, en effet, d'une connaissance détaillée des restes fossiles, mais de déterminer, dans la mesure du possible, la place que l'animal doit occuper dans une classification rationnelle, et quels devaient être l'habitat et les mœurs en rapport avec une si étrange organisation.

Des plaques osseuses avec dessins tuberculeux forment un revêtement complet autour de la partie antérieure et constituent un coffre solide triangulaire, la face ventrale plate. Le reste du corps porte des écailles; il y a une nageoire dorsale et une caudale, comme lobe inférieur sous le tronc relevé.

L'animal, outre l'étrangeté de ses contours tant en section transversale que vu de profil, présente plusieurs particularités du plus haut intérêt :

1° La plus frappante est la présence d'un appendice articulé avec la partie antérieure du coffre;

2° Pour la première fois, nous rencontrons dans l'armure dermique une portion antéro-supérieure, formant une tête distincte;

3° En dehors de l'appendice articulé, il n'y a pas de membres pairs;

4° Les orbites sont rapprochées sur la ligne médiane dorsale, laissant entre elles une petite plaque carrée pinéale; le tout est dans un espace en forme de biscuit.

45. — *Appareil maxillaire*. — Dans la vue ventrale, il y a en avant du plastron un hiatus transversal dans la carapace, bordé en avant par deux plaques *m*, désignées comme mâchoires supérieures, en arrière par deux autres plaques dites semi-lunaires, logées dans une échancrure du plastron. Si les premières font office de mâchoire supérieure ou maxillaire, les secondes doivent faire office de mâchoire inférieure ou mandibule.

L'attribution de ces fonctions résulte naturellement de la position de ces plaques, en bordure de la fente fort probablement buccale. Elle est confirmée par quelques détails minimes, différences entre les espèces, qui acquièrent de l'importance quand on les compare avec le programme théorique des mâchoires (§ 57).

Dans l'espèce représentée, *Pterichthys Milleri*, les plaques pré- et post-buccales sont doubles; il y a quatre pièces en tout, réunies deux par deux par une symphyse médiane. Il en est de même pour *Asterolepis maxima*, au moins pour les pièces post-buccales, les plaques semi-lunaires; les plaques pré-buccales ou maxillaires supérieures n'ont pas été retrouvées dans cette espèce; dans la restauration qu'en donne Traquair (1894, p. 78), ces plaques sont marquées en pointillé et semblables à celles de *Pterichthys*, c'est-à-dire distinctes, mais en contact médian sur toute leur longueur.

La baie de Scaumenac, au Canada, célèbre par ses gites fossilifères, a donné des exemplaires de *Bothriolepis*, importants pour les relations de ces parties buccales. Les plaques prébuccales ou maxillaires supérieures ont leur bord buccal denticulé, c'est-à-dire garni d'une série de petites épines pointues, fort différentes des tubercules formant le dessin normal de la surface; cette surface normale rugueuse occupe la plus grande partie de la plaque; mais sur un certain espace devant la rangée d'épines, la surface est lisse, comme si elle avait été recouverte par une lèvre de tissu mou (*an overlapping lip*, dit Smith Woodward; faut-il comprendre que c'était une lèvre postérieure se prolongeant sur la mâchoire antérieure?). Cette denticulation se trouve juste à la place voulue pour la fonction maxillaire des pièces prébuccales.

Ces pièces prébuccales ne sont plus en contact immédiat l'une avec l'autre; les bords internes, au lieu de se rencontrer en une ligne droite médiane, sont arrondis et les pièces sont quelque peu écartées l'une de l'autre. Or, nous avons posé en principe que les deux pièces latérales d'une mâchoire doivent être solidement unies pour être solidaires dans leurs mouvements; cette condition est suffisamment remplie chez *Pterichthys* et *Asterolepis* par la juxtaposition exacte des

pièces; au contraire, elle ne paraît pas remplie par les pièces disjointes, écartées de *Bothriolepis*. Mais ici intervient un détail : du côté interne ou viscéral des plaques prébuccales, il y a une lame osseuse qui comble l'interstice, réunit les deux moitiés et en fait pratiquement une pièce unique. De même, chez *Bothriolepis*, les deux semi-lunaires sont une pièce unique.

L'activité fonctionnelle de ces parties comme mâchoires est indépendante de leur nature morphologique et notamment ne veut pas dire que nous ayons ici des organes exactement homologues à l'arc mandibulaire des Gnathostomes. Bien au contraire, il y a entre ces structures des différences considérables, tant physiologiques que morphologiques.

Pour autant qu'on puisse voir, il ne semble pas y avoir d'articulation latérale entre les branches antérieure et postérieure. Les pièces paraissent linéaires, non recourbées en arrière en arcs, d'où résulte l'impossibilité d'une articulation (§ 57); probablement elles étaient enchâssées dans le tissu mou, dans des masses musculaires, qui les déplaçaient l'une par rapport à l'autre, mais toujours parallèlement. La forme et la disposition des plaques semi-lunaires dans une échancrure du plastron doivent faire considérer ces pièces comme restant fixes, ou tout au moins comme fort peu mobiles; tandis, au contraire, que les pièces prébuccales paraissent fort mobiles; c'est donc l'analogue de la mâchoire supérieure qui se meut, et c'est l'analogue de la mâchoire inférieure qui est fixe; c'est-à-dire juste le contraire de l'arc maxillo-mandibulaire des Gnathostomes.

Au point de vue morphologique, ces pièces sont simplement des plaques dermales ordinaires, des parties de la carapace; elles ont une situation superficielle, une forme plate étalée, la sculpture tuberculeuse normale, les canaux muqueux de la ligne latérale. Il est possible qu'il y ait eu en dedans un arc cartilagineux, mais cette hypothèse est inspirée uniquement par la préoccupation des Gnathostomes et ne repose sur aucun fait réel; et même, dans cette hypothèse, ces plaques seraient restées singulièrement indépendantes de ces portions du squelette interne avec lesquelles on veut les mettre en rapport, n'auraient en rien été influencées par elles; ce serait un fait pour ainsi dire unique en morphologie.

L'absence d'homologies réelles avec les Gnathostomes entraîne une conséquence importante : la position des Astérolépidés parmi les Agnathes est justifiée. Il y a bien un appareil masticateur, mais il a été fourni par des éléments morphologiquement fort différents de ceux qui constitueront les mâchoires gnathostomes; s'il y a des analogies ou des

similitudes entre les deux structures, elles sont des conséquences de l'identité de fonction, des mêmes nécessités mécaniques.

46. — *Ruderorgan*. — C'est le nom donné par les naturalistes allemands à l'appendice latéral et qui signifie rame. Il est fréquemment employé dans les autres langues.

La section de l'appendice est triangulaire, la face plate en dedans, l'angle dièdre ou crête en dehors. Cette forme est évidemment une adaptation, car elle permet à l'organe de se serrer contre le corps dans la position d'adduction. Il est composé d'une série de plaques avec l'ornementation tuberculeuse ordinaire de la surface générale et est creux à l'intérieur; notamment, il n'y avait pas de tige squelettique interne, ou du moins, on ne trouve rien qui permette d'inférer son existence; c'est donc beaucoup plus une patte de Crustacé qu'un membre pair de Vertébré. Vers le milieu de sa longueur, il est coupé par une articulation.

Ce qui nous intéresse surtout, c'est l'articulation proximale avec la carapace. L'examen des figures de la face ventrale et de la vue de profil montre que cette plaque fait partie à la fois de la face ventrale et de la face latérale; elle est donc composée d'une portion horizontale ventrale et d'une portion verticale formant un des flancs; ces deux portions se rencontrent sous un angle à peu près droit. En avant, tout juste au-dessus de cet angle, il y a une dépression demi-circulaire, comme une coupe hémisphérique, dans laquelle joue la partie supérieure sphérique du *Ruderorgan*; on a donc comparé cette articulation à celle de l'épaule, ou à la tête du fémur dans la cavité cotyloïde. Par conséquent, des mouvements variés et étendus seront possibles.

Il n'en est nullement ainsi. La cavité cotyloïde renferme une forte crête saillante, allant d'avant en arrière; la tête articulaire du membre a une fente dans laquelle s'engage cette crête; tout mouvement de rotation est donc impossible et l'excursion du membre est limitée au plan de la crête; il peut s'écarter du corps ou s'en rapprocher, mais toujours dans le même plan.

Une autre complication anatomique est la présence, sur le milieu de cette crête, d'une cupule hémisphérique plus petite attachée à la crête, faisant par conséquent partie de la plaque du tronc, mais située dans l'intérieur de l'appendice, quand celui-ci est en place. Par sa face externe, la carapace du membre vient en contact avec la paroi de la grande dépression; par sa face interne, cette même carapace est en rapport avec la face convexe externe de la petite cupule hémisphérique.

Cet arrangement peut servir à guider le mouvement, ou bien à empêcher l'arrachement, et, dans ce cas, il aurait une fonction analogue à celle qu'on a attribuée au ligament rond du fémur.

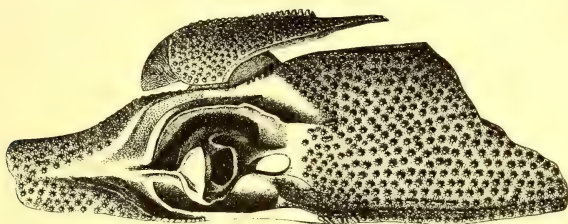


FIG. 41. — Reproduction réduite de moitié d'une figure de Pander. La tête de l'animal était à gauche. Le dessin représente la plaque du côté gauche; derrière la cupule, une ouverture pour le passage des nerfs et des vaisseaux. La pièce en haut est une plaque articulaire du membre.

Ces détails connus, voyons comment cet appendice a bien pu fonctionner. Il n'a guère pu constituer une rame ou un organe natatoire bien efficace. Simroth fait à ce sujet quelques remarques fort judicieuses. Une nageoire est une palette élargie distalement, c'est-à-dire étalée dans la région des doigts; le *Ruderorgan* se termine en pointe. Une nageoire exécute des mouvements d'ensemble et n'est pas fractionnée en segments successifs par des articulations transversales; il y a une pareille articulation et une division vers le milieu de la longueur. Une nageoire est flexible et élastique; l'appendice est enfermé dans une gaine rigide. Quand les Tétrapodes terrestres reviennent à la vie aquatique, ce qui est arrivé plusieurs fois, immédiatement ils reprennent des membres en forme de nageoire et l'articulation du coude disparaît. Si on admet une homologie avec les membres pairs des Vertébrés, il faut dériver la rame de *Pterichthys* d'une nageoire de Ganoïde, de Sélacien ou de Crossoptérygien; mais alors l'évolution est la transformation d'une nageoire dans le sens d'une locomotion terrestre, puisque le membre s'atténue à son extrémité distale et se munit en son milieu d'une articulation; ce n'est donc plus une rame pour la propulsion dans l'eau, mais un organe de support pour élever le tronc au-dessus du sol.

On a émis l'idée que, en écartant ses appendices, l'animal augmentait sa zone de contact avec le fond pour empêcher d'être roulé et retourné par les courants et les vagues. Telle a pu être l'utilité de l'appendice fixe d'*Acanthaspis*, mais l'organe de *Pterichthys* paraît bien compliqué pour une fonction si simple.

Traquair dit que la crête de la dépression est adaptée étroitement dans la fente de la tête articulaire (*fits closely*), et que par conséquent les mouvements étaient assez strictement limités à un seul plan, qui était horizontal, parce que la crête elle-même est horizontale. Mais un travail de Trautschold sur *Bothriolepis* (*Naturalistes de Moscou*, 1881, p. 169) donne d'autres renseignements.

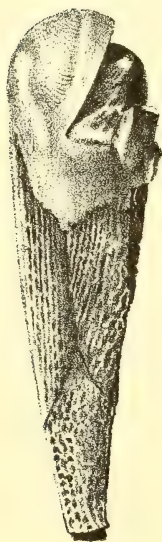
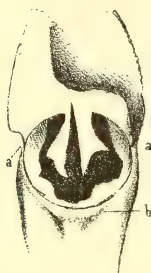


FIG. 12 et 13. — Reproduction des figures de Trautschold.

La figure supérieure est une coupe transversale. La figure inférieure est la partie supérieure d'un appendice gauche, vu par sa face interne plate, celle qui vient en contact avec le flanc dans l'adduction. En tournant le papier de façon à rendre horizontal le bord de l'hémisphère articulaire conservé, on voit que le membre pointe vers le bas. Le piton conique à droite de cette surface articulaire est le moule interne de la cupule.

La coupe sagittale d'un *Ruderorgan* en place, perpendiculairement au plan de la crête, est des plus instructives, en ce qu'elle semble prouver que l'articulation n'était nullement aussi serrée; la fente est notablement plus large que la crête n'est épaisse et le membre avait donc assez de jeu en dehors du plan de la crête pour s'élever ou s'abaisser. Dans une autre figure, la fente divise la tête articulaire de l'appendice en deux parties manifestement inégales; la portion qui, dans la position normale, est supérieure ou dorsale est beaucoup plus grande que l'inférieure ou ventrale. Enfin, sans avoir la prétention de

rectifier un observateur aussi consciencieux que Traquair, on peut pourtant se demander si l'horizontalité de la crête est un fait général et constant, et la réponse sera certainement négative; le British Museum possède deux pièces articulaires d'individus d'assez forte taille, et dans toutes deux la crête est inclinée de près de 45 degrés en bas et en avant. Or, tous ces détails se traduiront pratiquement, c'est-à-dire au point de vue du mouvement effectué par l'appendice, de la même manière : en s'écartant du corps pour se mettre en abduction, l'appendice pointera fortement vers le bas; considérant l'animal couché sur le sol, par la face plane de son coffre triangulaire, la manœuvre des *Ruderorgane* aura infailliblement pour effet de surélever la partie antérieure du corps; le tronc prendra une position inclinée et constituera une espèce de trépied avec les deux *Ruderorgane* et la queue.

47. — *L'organisation et les mœurs.* — Cette façon de concevoir le fonctionnement des appendices latéraux n'est guère nouvelle; plusieurs auteurs, en dehors de toute vue théorique ou spéculative, ont émis l'opinion que ces membres, mal adaptés à la progression, devaient servir de supports; von Koenen leur attribue cette fonction; on a même parlé de « Sperrgelenk », c'est-à-dire du maintien automatique de la position dressée en dehors de l'intervention constante des muscles (*). Les observations précises de Traquair semblaient de nature à faire rejeter cette conclusion; mais les détails nouveaux sur lesquels nous venons d'attirer l'attention sont des adaptations si nettes et si concordantes à cette fonction de support, que non seulement il faut accepter cette fonction, mais faire de l'attitude dressée l'attitude ordinaire où tout au moins fréquente de l'animal; autrement, ces modifications spéciales de l'organisation n'auraient pas de sens.

Cette conclusion est grosse de conséquences. Un animal ne se dresse sur des échasses que sur un fond solide. Les Astérolépidés ont donc dû habiter en contact avec le fond. Ceci est d'accord avec l'aplatissement de leur face ventrale et avec la situation dorsale des yeux.

Mais il y a plusieurs espèces de fonds. Les vrais Poissons qui vivent en contact avec le sol sont aplatis, comme la Raie ou les Pleuronectes,

(*) J'ai signalé cette question au Dr Otto Thilo, de Riga, qui a fait une étude spéciale des *Sperrgelenke* dans le règne animal et est arrivé, pour les épines des Poissons, à des résultats fort intéressants; malheureusement, le manque de matériaux ne lui a pas permis d'aborder cette étude. C'est à ceux qui ont à leur disposition de vastes collections de vérifier ce qui en est réellement.

et leur forme s'écarte beaucoup du coffre triangulaire élevé des Astérolépidés. La plupart de ces Poissons, loin de s'élever partiellement au-dessus de la surface du fond, ont au contraire une tendance à s'enterrer, à se tapir pour guetter leur proie; ou bien sur les fonds rocheux, à s'identifier avec lui par des couleurs protectrices, comme l'ont montré les intéressantes expériences de Pouchet.

Il existe dans nos mers chaudes actuelles un petit Poisson dont les mœurs ont frappé les naturalistes. Il habite la zone côtière tout à fait supérieure et vit autant hors de l'eau, dans l'air, que dans l'eau, l'élément naturel de sa classe; deux yeux gros, saillants, fort mobiles, et qu'il peut tourner dans toutes les directions, lui ont valu le nom de *Periophthalmus*. Rien n'est curieux comme de les voir, au Jardin zoologique de Londres, s'ébattre sur la grève de leur bassin minuscule, se dresser sur leurs nageoires pédiculées, fonctionnant comme de vraies pattes, sauter et gambader. Une attitude favorite est de se coucher dans l'eau de façon que la tête dressée mette les yeux tout juste au-dessus de la surface.

La similitude avec les Astérolépidés a été suggérée déjà, mais sans être poursuivie ni dans les détails de l'organisation, ni dans les conséquences. Les allures des fossiles ne seront toutefois pas absolument identiques, et notamment la vivacité des allures a pu être amoindrie par suite de la carapace; cette considération n'est pas uniquement mécanique ou physique, une question de poids ou de moindre flexibilité; elle est aussi biologique; car un animal à carapace pratique la stratégie défensive et se donne moins de mouvement. On peut donc se représenter *Pterichthys* et ses congénères comme assez paresseux, occupant les zones superficielles (voir § 25 sur le gisement et l'habitat des Placodermes), caché sous l'eau et ne faisant saillir que le sommet de la tête.

Plusieurs détails de l'organisation trouvent alors leur raison d'être de la façon la plus simple. Dans la vue de côté, le profil de la partie antérieure du coffre est étrange. A partir du bout antérieur du museau, la ligne de profil monte en arrière de 45 degrés; à peu près vers le milieu du bouclier dorsal, elle s'infléchit brusquement pour redescendre vers l'arrière. Toute la portion antérieure est donc oblique en avant et vers le bas. Mais supposons l'animal dressé sur ses deux appendices: cette obliquité, par rapport à l'horizontale, va diminuer; cette face antérieure va devenir parallèle à la surface libre de l'eau, et les yeux quelque peu saillants s'élèveront seuls au-dessus de la surface.

Deux autres particularités peuvent être mises en rapport avec cette

même cause. La séparation de la tête, qui permet probablement une certaine mobilité, peut contribuer à faciliter la position voulue; mais à en juger par les rapports, cet effet aura été peu marqué.

En décrivant les Ptéraspidés, il a été insisté sur la régularité du contour, notamment sur ce détail que la partie simplement écailleuse continue en arrière la ligne de la carapace le long du dos; dans le passage de l'une zone à l'autre, il n'y a pas d'hiatus ou de saut. Il n'en est pas de même chez *Pterichthys*; la restauration de Traquair, dans la vue de profil, montre chez *Pterichthys* le bord dorsal postérieur de la carapace surplombant la partie écailleuse, comme s'il y avait là un creux, un espace vide, c'est-à-dire le jeu nécessaire pour permettre une assez forte flexion en arrière.

En résumé, tous les détails de l'organisation examinés jusqu'ici — le *Ruderorgan* avec son articulation compliquée, l'inclinaison de la face antérieure, la mobilité de la tête, les yeux médians, l'espace libre sous la plaque dorsale postérieure — s'interprètent le mieux comme des adaptations à une attitude habituellement dressée. A son tour, cette attitude s'accorde le mieux avec un habitat côtier tout près de la surface ou un habitat dans des eaux douces peu profondes, habitat que semble confirmer la géologie.

48. — *Les organes respiratoires.* — L'appareil respiratoire chez les animaux examinés jusqu'ici montre deux types distincts : une ouverture expiratoire unique ou des ouvertures expiratoires multiples.

L'ouverture expiratoire unique n'est probablement pas le dispositif primitif, mais résulte secondairement de la confluence des canaux individuels de sortie en un canal collecteur commun (§ 22). Quant à la répartition de cette modification, on la trouve chez toutes les formes cuirassées : Ptéraspidés, Céphalaspides, Drépanaspides; mais les exemples de *Tremataspis* et de *Birkenia* montrent qu'il faut se garder de généraliser, et l'exemple inverse d'une ouverture unique chez une forme tout à fait nue, *Myxine*, confirme la nécessité d'être prudent. En outre, beaucoup de formes non cuirassées, avec tubercules isolés, ont la même disposition : les Coelolépidés *Thelodus* et *Lanarkia*.

Les ouvertures expiratoires multiples se trouvent, outre chez *Tremataspis* et *Birkenia* déjà nommés, chez tous les Cyclostomes vivants (sauf *Myxine*), tous nus; chez *Lasanius*, nu également.

La répartition de ces deux types ne semble donc pas en un rapport très net avec une carapace cohérente. Mais les formes exceptionnelles, *Tremataspis*, *Birkenia*, présentent toutes une autre modification de

l'appareil respiratoire. Normalement, les poches sont bien métamériquement les unes derrière les autres : tous les Cyclostomes vivants, *Cyathaspis* (empreintes), *Thelodus* (boursofflures), *Palaeospondylus* (longueur des plaques sus-branchiales); la région branchiale occupe donc

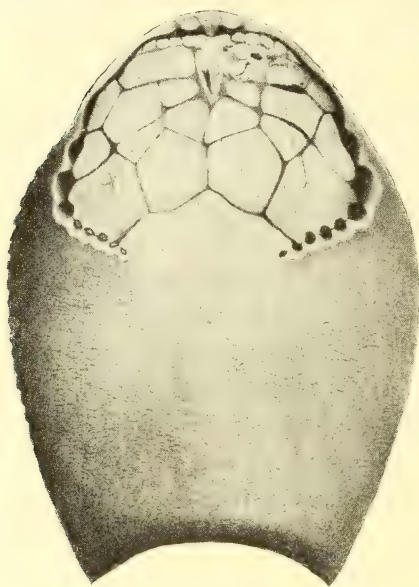


FIG. 14. — Restauration de la face ventrale de *Tremataspis* d'après Patten.

une certaine longueur d'avant en arrière. Chez les deux espèces exceptionnelles, cette longueur est considérablement réduite, ou du moins les ouvertures externes se placent, non plus les unes derrière les autres, mais les unes sous les autres sur une ligne oblique. En outre, la partie cohérente de la carapace n'est pas entamée, car les ouvertures sont derrière le bouclier céphalique, à sa jonction avec les plaques latérales du tronc chez *Birkenia*, devant le plastron, à sa jonction avec la série des plaques orales chez *Tremataspis*. On peut donc

poser comme règle que la carapace cohérente est incompatible avec des ouvertures nombreuses, qu'elle les refoule soit devant, soit derrière elle. La différence entre *Birkenia* et *Lasanius* est sous ce rapport typique; l'espèce nue dérive de l'espèce cuirassée (Traquair); mais alors les orifices branchiaux, tout en restant fort serrés les uns contre les autres, ont repris la disposition linéaire horizontale.

Voyons maintenant comment se comportent les Astérolépидés. Nous constatons d'abord qu'ils se conforment à la règle : la cuirasse reste intacte, elle ne présente pas une série de perforations. Les branchies doivent avoir leur sortie, devant ou derrière. Chez *Pteraspis Crouchi*, il y avait la même difficulté, résultant du fait que toute la partie postérieure de l'animal est inconnue; mais on connaît assez bien *Pterichthys* pour pouvoir admettre comme fort probable que l'orifice expiratoire n'est pas derrière la carapace.

On l'admet donc en avant, dans la fente qui sépare la tête du tronc. « De chaque côté du bouclier céphalique, il y a une plaque libre (*op*) qui semble avoir constitué un opercule, car son bord postérieur était évidemment libre et son bord antérieur fortement convexe est échancré

de manière à suggérer l'articulation ordinaire d'un opercule de poisson » (Smith Woodward, p. 12). Cette opinion est en somme celle de Traquair dans son grand mémoire de 1894 (p. 80).

Cette opinion est fort plausible pour *Asterolepis*, mais chez *Bothriolepis*, cette plaque n'est plus libre, elle est soudée au reste du bouclier céphalique; la fonction comme opercule mobile n'était donc pas importante dans cette famille, puisque la mobilité disparaît d'un genre à l'autre.

Comparés à toutes les autres formes étudiées jusqu'ici, les Astérolépides montrent une réduction extrême de l'appareil branchial. Il semble difficile de le loger ailleurs que dans la tête, et c'est là, en effet, qu'on l'a toujours placé. Mais alors l'espace est fort étroit. Si cette conséquence n'a pas été signalée, c'est que les comparaisons se faisaient toujours tacitement avec les Gnathostomes, lesquels ont les arcs serrés les uns contre les autres, occupant fort peu de place; et la notion d'opercule ne pouvait que confirmer cette interprétation, surtout pour ceux qui admettaient des affinités ganoïdes. Mais le caractère agnathe rend au moins douteuse l'existence d'arcs inférieurs; l'organe respiratoire agnathe est la poche, qui prend beaucoup plus de place que des arcs; le manque d'espace affectera donc beaucoup plus un appareil marsipobranche qu'un appareil à fentes linéaires. A moins de douer les Astérolépides de branchies de Gnathostomes, il faut donc admettre une forte réduction de leur appareil branchial.

On peut dès lors se demander si à cette respiration branchiale réduite ne venait pas s'adjoindre un autre mode de respiration, s'il n'y avait pas utilisation directe de l'air, milieu avec lequel le genre de vie que nous leur avons attribué, met ces animaux en contact; ils auraient donc été les premiers Vertébrés physiologiquement amphibiens. Certaines considérations appuient cette hypothèse. Le passage des Agnathes aux Gnathostomes comporte de très nombreuses et très importantes modifications: l'appareil marsipobranche devient les fentes linéaires avec arcs inférieurs interposés; il se forme des mâchoires et des dents, des membres paires, les organes sensoriaux se fixent; il se produit également un organe pneumatique, comme diverticule de la partie antérieure du tube digestif; c'est le poumon ou la vessie natatoire, dont chez les Cyclostomes il n'existe aucune trace, ni dans leur anatomie, ni dans leur ontogénie, mais qui caractérise tous les Gnathostomes, car elle existe à l'état rudimentaire chez les Sélaciens. Or, on peut considérer comme plus que probable que primitivement cet organe servait à recueillir l'air, dégluti en nature, à l'état gazeux; c'est encore ainsi que

se remplit la vessie natatoire chez tous les Poissons (OTTO THILO : Die Entstehung der Schwimmblasen, *Biolog. Centralblatt*, 15. Juli 1903). L'organisme agnathe, qui a transmis à tous ses descendants un appareil pneumatique, n'a pu acquérir lui-même cet appareil que dans un habitat où il pouvait toujours facilement atteindre à l'air, c'est-à-dire près de la surface de l'eau, et probablement non au large, en pleine mer, mais près des côtes, dans la zone côtière tout à fait superficielle.

Quelle que soit l'étendue d'un groupe zoologique, la collection d'individus constituant une espèce ou l'immense variété de formes comprises dans un embranchement, les divers caractères généraux de ce groupe seront entre eux dans certaines connexions logiques; car ils doivent tous, en dernière instance, avoir été primitivement des particularités du progéniteur commun, probablement des adaptations à son milieu et à ses mœurs. Nous avons essayé d'appliquer ce principe aux Vertébrés en tant qu'embranchement distinct, pour établir un certain ordre logique dans leurs caractères généraux (*Soc. zool. et malac. Belgique*, mai 1903). Appliqué aux Gnathostomes, la plupart des modifications qui les distinguent des Agnathes doivent aussi être des caractères connexes en rapport avec un changement de milieu ou une modification des mœurs; il suffit d'un seul de ces caractères où le rapport avec un habitat spécial est bien net, pour mettre sur la voie et, en vertu de la corrélation probable de tous les caractères généraux, pour faire essayer si les autres caractères ne sont pas également des adaptations au même habitat. Cela revient à se demander si beaucoup d'autres caractères des Gnathostomes ne sont pas aussi, comme l'appareil pneumatique, des adaptations à la zone côtière tout à fait superficielle: l'apparition de deux paires de membres paraît bien être dans ce cas; le mode primitif de natation par des oscillations de la partie postérieure du corps est devenu impossible pour un organisme souvent hors de l'eau; il faut des appendices latéraux, à la fois organe de propulsion et de support du tronc.

La phylogénie des Tétrapodes terrestres à respiration aérienne est indiquée par l'embryologie, mais seulement dans ses très grandes lignes: les organismes à respiration pulmonaire descendent d'organismes à respiration branchiale. Les particularités du développement des Batraciens et des Dipneustes montrent des affinités, non avec les premiers Gnathostomes, les Sélaciens, mais bien plutôt avec les Cyclostomes.

La paléontologie donne également les mêmes indications et plus nettement qu'on ne le pense généralement. Deux travaux de Jaekel

(sur *Coccosteus*, 1902, sur les Astérolépidés, 1903, déjà cités plus haut) tendent à établir : 1° l'affinité étroite de ces deux groupes, 2° des rapports assez intimes entre *Coccosteus* et les Stégocéphales, les premiers Batraciens. Sans accepter toutes les vues de Jaekel, ni considérer tous ses arguments comme valides, ces deux conclusions paraissent fondées. Donc, ici encore une fois, les rapports s'établissent directement entre Tétrapodes terrestres et Agnathes, par l'intermédiaire de *Coccosteus*, sans passer par les autres Poissons.

En résumé, nous aurions dans les Astérolépidés les derniers des Agnathes, le groupe supérieur le plus perfectionné, adapté à un habitat tout spécial, la zone côtière superficielle. Parmi ces adaptations, il y a à citer en première ligne le *Ruderorgan*, l'atrophie partielle de l'appareil marsipobranche et son remplacement probable par un appareil pneumatique respirant l'air en nature. Il faut admettre que ce groupe a été beaucoup plus varié que ne le montrent les formes cuirassées seules conservées. Au point de vue de ses affinités zoologiques, décelées par l'embryologie et la paléontologie, il occupe une position centrale et l'on peut dériver de lui les Poissons, par retour à la vie natatoire, et les Tétrapodes terrestres qui ont continué leur marche évolutive vers la terre ferme. C'est dans ce groupe qu'ont été acquis les caractères typiques des Gnathostomes, comme des adaptations au genre de vie dans un milieu spécial.

VI. — Arthrodiriens.

49. — *Caractères principaux comparés.* — Les formes analogues au *Coccosteus*, connu depuis longtemps en Europe, et une nombreuse série de formes américaines de découverte plus récente, parmi lesquelles il en est de très grande taille, ont été réunies dans le groupe des Arthrodiriens (cou articulé).

La partie antérieure du corps est enveloppée dans une carapace de plaques, souvent tuberculisées; les flancs sont plus à nu, un golfe latéral s'insinuant entre les pièces dorsales et le plastron ventral, jusque tout contre la scissure entre la tête et le tronc. La tête est distincte et l'articulation avec le tronc est des plus parfaites, une articulation en ginglyme aussi élaborée que nulle part ailleurs chez les Vertébrés. Le tronc porte à sa partie latérale inférieure antérieure un appendice fixe, le *Bruststachel* ou épine thoracique. Tous ces caractères rappellent les Poissons étudiés jusqu'ici, et les particularités

peuvent facilement s'interpréter comme des modifications, tantôt des perfectionnements comme l'articulation du cou, tantôt des régressions comme le golfe latéral de la carapace thoracique ou la simplicité de l'appendice latéral.

Derrière la carapace, le corps était probablement nu, car on n'a jamais trouvé trace d'un revêtement écailleux. Les yeux sont latéraux, fort en avant, et cet emplacement influe sur l'arrangement des plaques céphaliques entre elles. Le corps paraît avoir eu la forme d'un fuseau, non aplatie ni triangulaire. Ce sont des variations du même ordre que celles que nous avons déjà rencontrées.

On connaît le squelette interne. Autour d'une épaisse corde cartilagineuse, il y a des arcs neuraux et des arcs hémaux; les nageoires médianes étaient soutenues par des rayons en rapport avec ces arcs. L'ossification ou la calcification de parties du squelette interne est un cas analogue à celui de *Palaeospondylus*; ici également, le fait est d'une importance morphologique accessoire, car c'est simplement une modification histologique d'organes préexistants.

Mais il y a des mâchoires et une paire de nageoires latérales postérieures. Le point critique dans l'évolution semble franchi, et pour la première fois, nous serions en présence de vrais Gnathostomes.

Ce sont toutefois des Gnathostomes encore fort particuliers et qu'on peut difficilement classer. Ils ont d'abord été des Ganoïdes, puis on les a mis avec les Dipneustes; ils sont décrits comme tels par Dean, mais dans une note au bas de la page (136), il estime qu'ils feraient tout aussi bien auprès des Sélaciens ou même dans une classe spéciale pour eux seuls; Jaekel reconstitue dans son intégralité l'ancien ordre des Placodermes et fait voisiner les Arthrodiriens avec les Astérolépidés; et Traquair, avant la découverte d'incontestables mâchoires sur les exemplaires américains, les incluait dans le groupe des Astérolépidés. Tout cela ne prouve pas grand'chose, sauf le caractère forcément artificiel de nos coupes systématiques nettement délimitées et l'inapplicabilité à la nature de nos classifications rigides.

Mais les organes essentiellement gnathostomes présentent chez les Arthrodiriens des caractères anormaux. Les mâchoires ont moins le caractère d'arcs inférieurs ossifiés que de plaques dermiques non soudées en barres continues; leurs dents ne sont pas des pièces isolées, mais plutôt un revêtement en lames continues de la surface externe des plaques maxillaires. Leurs membres latéraux (abstraction faite des deux épines thoraciques) se réduisent à une paire unique, en situation postérieure.

Quand on doit caser une forme de passage, on se guide sur ceux des caractères qu'on estime les plus importants; mais ces affinités dominantes ne doivent pas faire perdre de vue les autres catégories d'affinités. C'est un peu ce qui s'est produit pour les affinités agnathes des Arthrodiriens, au bénéfice trop exclusif de leurs affinités gnathostomes.

50. — *Articulation céphalo-thoracique.* — Chez les Astérolépidés, nous avons considéré comme connexes un grand nombre de caractères, parce qu'ils étaient tous des adaptations à l'attitude redressée, laquelle était à son tour une conséquence de l'habitat dans la zone côtière superficielle; tels étaient l'aplatissement ventral, le *Ruderorgan*, la cavité sous le bord postérieur de la plaque dorsale, la mobilité de la tête, la position médiane des yeux, la réduction de l'appareil branchial pour la respiration aquatique, l'établissement (hypothétique) d'une respiration pulmonaire aérienne. La valeur de ces diverses adaptations était assez différente; nous avons signalé comme assez subordonnée la mobilité de la tête et comme tout particulièrement efficace le *Ruderorgan*.

La forme en fuseau suffit à elle seule pour conclure que la natation, quasi abandonnée par les Astérolépidés à cause de leur habitat côtier, était le mode ordinaire de locomotion des Arthrodiriens et que ceux-ci avaient beaucoup plus le mode de vie normal et l'habitat des autres Poissons. Concordant avec cette conclusion, le *Ruderorgan* est devenu le *Bruststachel* fixé et rudimentaire, les yeux sont latéraux quoique fort en avant, une paire de nageoires s'est développée. S'il y avait un autre caractère encore qu'on pouvait s'attendre à voir disparaître, c'est la mobilité de la tête; ce caractère s'est au contraire exalté, de façon à dominer toute l'organisation.

L'articulation se fait au moyen d'un condyle cylindrique assez long que porte une pièce thoracique, reçu dans une cupule de forme correspondante que porte la partie postérieure du crâne. Chez les grands Placodermes américains, le crâne montre des dépressions qui auront été les points d'attache des tendons d'une puissante musculature. On peut considérer la crête placée verticalement sous la plaque thoracique dorsale et la débordant loin en arrière, comme fournissant une surface agrandie pour l'implantation postérieure de ces muscles; on considère généralement cette crête comme servant à établir une connexion entre l'armure dermique et les arcs neuraux du squelette interne, sans se demander la raison de cette particularité; l'utilité peut consister, d'abord à permettre des insertions musculaires, ensuite à donner plus

de fixité à la carapace thoracique, sur laquelle joue la tête massive. C'est la même fonction qu'on peut attribuer aux pièces spéciales antérieures du thorax, les interlatérales ou clavicules des auteurs; un renforcement des connexions dorso-ventrales est d'autant plus nécessaire que l'échancrure de la carapace par le golfe latéral doit avoir diminué la solidité. Ou bien, le renforcement graduel du bord thoracique antérieur a permis le creusement du golfe latéral dans le bord postérieur. En tout cas, voilà établies des relations assez plausibles entre plusieurs détails de structure.

Nous avons admis chez les Astérolépidés le maintien automatique de l'attitude dressée, l'articulation thoracique du *Ruderorgan* pouvant se fixer comme un couteau à virole et constituant un *Sperrgelenk*. Comme chez les Arthrodiriens, l'appendice latéral est devenu rudimentaire, le maintien automatique de la flexion de la tête en arrière ne pourrait résulter que de particularités de l'articulation céphalo-thoracique. Sans affirmer que l'articulation fonctionnait réellement ainsi, la possibilité doit en être admise et expliquerait le fait que la partie mobile, la tête, porte la cupule et que le condyle se trouve sur la partie fixe ou thoracique. La cupule hémicylindrique est limitée en haut et en bas par deux bords horizontaux saillants; le supérieur forme une forte crête, qui s'engage dans le creux au-dessus du condyle et a tout à fait l'air de pouvoir s'y coincer. Or, un tel coinçage serait impossible si la partie mobile portait le condyle.

L'articulation (généralement décrite d'une façon fort sommaire) est donnée comme un vrai ginglyme, les pièces étant hémicylindriques. Cela ne semble pas tout à fait le cas. Le condyle n'est pas exactement hémicylindrique; son extrémité externe est quelque peu renflée en boule, son extrémité interne un peu amincie, de façon que l'aspect est plutôt conique; de même, la portion externe de la cupule crânienne montre souvent fort nettement une cupule hémisphérique. Les diverses espèces présentent sous ce rapport quelques différences. Chez *Titanichthys Clarki* (*Natural Hist. Mus. Londres*, P 9302, cadre exposé), le condyle est nettement cylindrique, sans renflement sphérique externe; son creux supérieur est très profond. L'aspect conique se montre chez *Dinichthys Terrelli* (P 9371 droit, P 9372 gauche) et s'accuse chez *D. intermedius* (P 9339 placée comme pièce droite, en réalité gauche) et *D. prentis-Clarki*. Avec un condyle exactement cylindrique, des mouvements latéraux de glissement sont encore possibles; la forme conique les supprime entièrement et ne permet les flexions que dans le seul plan vertical.

Cette condition semble avoir eu une certaine importance, à en juger d'après les différents moyens employés pour l'assurer. Chez la plupart des Arthrodiriens d'Amérique, il y a sous la cupule articulaire du crâne une énorme barre transversale, terminée latéralement en dehors par

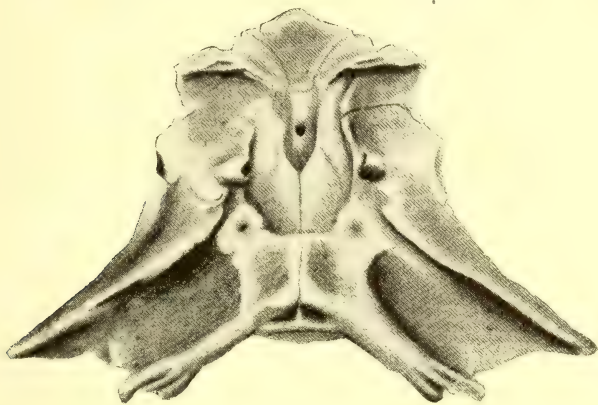


FIG. 15. — Plaques céphaliques d'Arthrodiren vues par en dessous; réduit de moitié d'après Newberry. On voit sur la ligne médiane l'orifice interne de l'ouverture pinéale. Tout à fait en arrière et contre la ligne médiane, une profonde impression musculaire. Le contour postérieur du squelette céphalique est échancré et bordé par la barre épaisse; la facette glissante se trouve sur la plus longue des trois digitations.

une surface tout à fait plane, exactement à angle droit avec le plan de la cupule. Cette surface semble avoir été recouverte de cartilage et venait en contact avec la face interne de la plaque thoracique portant le condyle. Ce dispositif paraît avoir guidé les mouvements de la tête (comme les deux oreilles métalliques du miroir mobile d'un stéréoscope) et empêché les mouvements latéraux. C'est probablement l'apophyse en forme de pouce dont parle Newberry (*Palaeoz. Fishes*, p. 141), qui devait empêcher le coinçage (? *the binding*) de l'articulation. Comme elle se retrouve chez *Titanichthys*, il n'y aurait pas les mouvements latéraux admis par Newberry (p. 151).

Au lieu d'un guidage interne, on peut concevoir un guidage externe; il est réalisé chez *Homosteus*; du bord externe du condyle part une plaque qui s'applique extérieurement contre la face latérale de la tête.

Ces dispositifs peuvent encore avoir eu une autre utilité : limiter la flexion vers le bas; ils agiraient donc comme l'apophyse olécrane du coude.

Ce n'est pas une hypothèse bien hardie, mais une conclusion du bon

sens, d'admettre que des articulations si élaborées doivent avoir été fonctionnellement actives; aussi cette conclusion est celle de tous les auteurs. Dès lors, dans leurs restaurations, ils devraient prendre en considération cette forte flexion en arrière et arranger les plaques dermiques de façon à la permettre. Tout arrangement empêchant cette flexion est *a priori* impossible et ne pourrait être admis que si l'attention avait spécialement porté sur ce point et que, devant l'évidence de documents convaincants, on ait dû accepter une disposition des plaques condamnant la tête à l'immobilité.

Pour faciliter l'exposé, faisons au préalable la mécanique ou la morphologie des boîtes avec couvercle à charnière, et prenons comme premier type ces boîtes de bureau, en carton, avec une partie de la face supérieure mobile. Le bord postérieur de cette partie mobile vient en contact avec le bord antérieur de la partie fixe; le mouvement est cependant possible, parce que ce bord est rectiligne et coïncide avec l'axe de rotation, de façon que l'arc décrit par ce bord postérieur est nul. Mais supposons cette ligne, au lieu de droite, courbe, comme ce serait le cas avec une face bombée au lieu d'être plane; cela équivaldrait à un abaissement des charnières sur les côtés latéraux. Le bord postérieur, ne coïncidant plus avec l'axe de rotation, décrira un arc descendant en arrière quand on veut ouvrir le couvercle et viendra butter aussitôt contre le bord antérieur de la partie fixe. Pour rendre le mouvement possible, il faudra donner l'espace nécessaire et échancrer les pièces en contact. Ce dispositif a l'inconvénient de laisser un hiatus dans la partie supérieure, par où la poussière peut entrer. Il y a cependant des boîtes qui réalisent une occlusion parfaite, un contact exact des deux parties, pour une surface bombée et des charnières latérales : les étuis à lunettes; il suffit de reporter les articulations latérales assez loin en arrière pour que l'arc de rotation soit ascendant; le bord postérieur de la partie mobile se dégage alors, parce que dès le début il s'élève.

Si l'on transporte maintenant ces notions dans l'étude des Arthrodiriens, on comprend de suite la raison d'être d'un certain nombre de détails. Von Koenen a été fort intrigué de constater chez son *Brachydeirus* un hiatus post-occipital; il s'est demandé si une plaque disparue ne venait pas boucher ce trou sur le vivant. Pour *Coccosteus*, Smith Woodward a donné une restauration où le bord postérieur de la tête dépasse en arrière l'articulation et vient butter contre la plaque thoracique; Dean a quelque peu modifié cette restauration, en faisant au contraire saillir la plaque dorsale en avant, la fente de séparation

toujours étroite ; mais Jaekel, dans un dessin plus récent, rétablit un hiatus considérable juste au-dessus de l'articulation. Cet hiatus se trouve à la place voulue pour permettre le mouvement. Il existe aussi fort marqué chez *Homosteus*. Chez tous les grands genres américains, le contour occipital est fortement creusé en avant ou, ce qui revient au même, les articulations sont reportées assez loin en arrière ; la plaque médio-dorsale s'avance pour combler le vide ; chez toutes ces formes, c'est le modèle de l'étui à lunettes qui est appliqué.

51. — *Appareil branchial*. — Nous rencontrons ici la même difficulté que pour les Astérolépidés : il y a trop peu de place pour un appareil branchial bien développé dans la tête et la carapace thoracique n'a nullement l'air d'avoir servi à la sortie de l'eau expirée. Ces difficultés n'ont pas beaucoup fixé l'attention, parce qu'on admettait toujours implicitement des arcs branchiaux occupant relativement peu de place ; et on admettait des arcs parce que seules les affinités avec les Gnathostomes étaient prises en considération. Quand on tient compte également des affinités avec les groupes précédents, Agnathes, de la nature encore très particulière des mâchoires et des dents, la présence d'un appareil branchial à fente et arcs chez les Arthrodiriens n'est guère une nécessité absolue au point de vue zoologique, et il y a à considérer la possibilité d'un appareil marsipobranche.

Le seul auteur qui semble avoir senti cette difficulté est Jaekel. D'après lui, la zone branchiale occuperait la partie antérieure de la cage thoracique ; la plaque portant le condyle pour la tête serait une pièce operculaire. Contre cette interprétation plaident deux circonstances : cette plaque chevauche en haut et en bas sous les autres plaques dermiques et la direction du condyle articulaire ne permettait nullement les mouvements d'écartement, car le condyle aurait alors dû être dans le plan de la plaque, tandis qu'il est perpendiculaire à ce plan.

Nous avons admis chez les Astérolépidés une réduction de l'appareil respiratoire, pour deux raisons : la continuité de l'armature thoracique et la partie postérieure écailleuse ne semblent pas laisser de place pour une ouverture expiratoire ; l'habitat côtier superficiel permettait de suppléer facilement à l'insuffisance de la respiration branchiale par la respiration pulmonaire.

Le contour pisciforme normal des Arthrodiriens rend fort improbable le même habitat et par conséquent improbable aussi une réduction de l'appareil branchial. Mais précisément une pareille réduction n'est plus une nécessité anatomique, car la carapace n'est plus continue. Précé-

sément sur le flanc, où se trouve l'appareil branchial chez les Hétérostracés et les Ostéostracés, s'étend chez les Arthrodiriens ce que nous avons nommé le golfe latéral de la carapace. Nous avons vu également que ce golfe latéral n'est pas un avantage chez un organisme où le coffre thoracique doit avoir beaucoup de fixité pour les mouvements de la tête; il est si peu un avantage que des structures spéciales, les éléments dits claviculaires, ont évolué sur le bord antérieur pour renforcer la cage et pallier cet inconvénient. La présence de ce golfe ne peut se comprendre que par son utilité plus grande pour une autre fonction. Pour déterminer cette fonction, il faut se demander quel genre d'organes se trouvent généralement en cet endroit, et si l'on interroge les ascendants, les groupes plus anciens, la réponse est claire : ce sont les branchies. Ici encore une fois, la comparaison avec les Gnathostomes n'a pas permis de constater ces similitudes pourtant si simples, car l'interprétation des pièces thoraciques tout à fait antérieures comme claviculaires ne permet pas de mettre les branchies plus en arrière.

Les considérations développées antérieurement au sujet des rapports entre la carapace et les ouvertures expiratoires (§ 48), appliquées aux Arthrodiriens, nous permettent d'émettre au moins une présomption sur ce que pouvaient être leurs organes respiratoires. Ayant trouvé qu'il y avait incompatibilité entre une carapace cohérente et des ouvertures isolées, le golfe latéral de la carapace s'interprète le mieux comme une conséquence du maintien d'ouvertures isolées. Un canal collecteur avec une ouverture unique n'aurait probablement pas amené une séparation si profonde des parties ventrales et dorsales de la carapace.

Quant à l'appareil branchial en lui-même, il n'y a pas moyen d'en dire quelque chose. Il a parfaitement pu être marsipobranche; mais il a aussi pu être formé d'arcs et de fentes. Il y a même une troisième possibilité : une partie a pu être marsipobranche, une partie des fentes.

En effet, que l'on se représente la transformation de l'appareil marsipobranche ancestral en l'appareil à fentes plus récent; la transformation a-t-elle marché de pair pour toutes les branchies à la fois ou les divers éléments ont-ils été modifiés successivement? Un principe assez général est que les organes en série métamérique sont attaqués par les termes extrêmes. Chez les Gnathostomes, les deux premiers arcs (abstraction faite des cartilages labiaux) sont transformés en mâchoire et en hyoïde; les deux derniers (dans la théorie des membres pairs de Gegenbaur) en nageoires. Chez les Agnathes, la corbeille squelettique

branchiale de *Petromyzon* donne en arrière la plaque péricardique; et le conduit œsophago-cutané de *Myxine* est considéré comme une modification du dernier conduit branchial. Il n'y aurait donc aucune inconséquence à admettre un stade intermédiaire à organisation mixte. Les dimensions verticales du golfe vont en diminuant d'arrière en avant; en arrière, il y a donc déjà place pour des fentes étirées dans le sens dorso-ventral, alors qu'en avant il n'y a place que pour des ouvertures circulaires de Cyclostomes.

Les exemples concrets donnés ci-dessus ne sont pas aussi probants qu'ils en ont l'air à première vue. Il s'agit de la transformation d'un type de branchies en un autre type de branchies, et c'est précisément ce que ces exemples ne montrent pas; ils montrent la transformation de parties de l'appareil branchial en des organes tout à fait différents. Le canal œsophago-cutané est le moins modifié, car il est probablement encore au service de l'expiration, mais il a perdu sa fonction respiratoire. Chez *Petromyzon*, la plaque péricardique est entrée au service de la fonction de circulation. Chez les Gnathostomes, les deux premiers arcs sont l'appareil de préhension des aliments. Ce qui détermine la modification, c'est la position comme termes extrêmes et les rapports avec d'autres organes, conséquence de cette position. Les organes voisins accaparent ces termes extrêmes, qui, par leur situation, ne sont qu'à moitié au service de leur fonction respiratoire primitive. Plus tard, quand la respiration aérienne aura supplanté la respiration aquatique, le système des arcs branchiaux sera licencié et ses débris formeront des parties de l'organe de l'ouïe et des voies respiratoires. C'est le principe de l'accaparement des organes déclassés par les organes voisins, principe reconnu par Gegenbaur.

Les termes moyens de la série métamérique ne présentent pas cette dualité de rapports; ils ne peuvent donc pas se modifier pour passer au service d'une autre fonction. Même modifiés, ils accomplissent la même fonction, mais d'une autre façon; les fentes branchiales, tout comme les poches, sont les organes de la respiration, et ce ne peut être qu'une nécessité fonctionnelle intrinsèque, une nécessité respiratoire, qui impose le changement de type d'organe. La question est donc : quelle peut bien être cette nécessité?

Chez tous les Agnathes, l'appareil respiratoire est volumineux, occupant les parties latérales sur une grande longueur du tronc. Remarquons en même temps que tous ont des habitudes peu actives; cela est le cas chez les Cyclostomes actuels, et par la forme du corps, aplatie, étalée, on peut inférer qu'il en était de même dans l'habitat de fond

pour les représentants fossiles. Même les Ptéraspidés sont assez aplatis et nous avons vu que leur rostre signifie peut-être un habitat en eau trouble, où une grande vitesse n'est pas plus de mise que pour un navire dans le brouillard.

Chez les Gnathostomes, la taille est beaucoup plus grande, la natation énergique, les besoins respiratoires par conséquent accrus, et pourtant l'appareil respiratoire est beaucoup moins volumineux. Il faut donc bien que cet appareil soit fonctionnellement beaucoup plus efficace. De toutes les formes fossiles que nous avons considérées, la seule qui présente quelque chose d'analogue à des arcs, avec possibilité de fentes, est précisément une forme latéralement aplatie et nue, conditions de rapidité : c'est *Lasanius*. Nous pouvons donc établir des connexités logiques entre la forme normale de poisson des Arthrodiens, un habitat de pleine eau, une natation plus rapide nécessitant une respiration intensifiée et la modification de l'appareil branchial marsipobranche en système de fentes et d'arcs que nous supposons se produire chez eux.

52. — *Membres pairs.* — Derrière la carapace ventrale se trouve la racine d'une paire de membres, qui ont été des nageoires postérieures; il y a donc le fait important d'une paire unique, qui est la postérieure. On a voulu l'invalider par des hypothèses, soit en considérant le *Bruststachel* comme le reste d'un membre antérieur, soit en logeant une nageoire dans le fond du golfe latéral (Jaekel), soit en admettant la disparition d'une paire antérieure par réduction graduelle.

L'atrophie d'une seule paire de membres est un cas assez fréquent chez les Poissons, mais c'est toujours le membre postérieur qui est affecté et l'antérieur qui est conservé. Un cas pour ainsi dire unique est celui des Mégistopodes, poissons volants fossiles dont les nageoires abdominales ont pris une énorme extension; mais ces nageoires, morphologiquement les postérieures, sont en position jugulaire, c'est-à-dire tout à fait en avant; l'exception confirme la règle. Presque partout chez les Poissons, le membre postérieur est en régression, ce qu'on explique par sa moindre importance fonctionnelle, par suite de sa situation défavorable par rapport au membre antérieur. Le maintien de la seule paire postérieure chez *Coccosteus* serait donc quelque chose de tout à fait extraordinaire.

Encore une fois, dans toutes ces considérations, le point de départ de la comparaison est toujours l'organisme gnathostome avec deux paires de membres; quand alors il n'y en a qu'une, c'est que l'autre a disparu.

Mais quand on part de l'organisme agnathe et apode, la question peut tout au moins se présenter d'une autre façon encore : la paire unique est la seule déjà formée, l'autre paire est absente non parce qu'elle aurait disparu, mais parce qu'elle n'existe pas encore à ce stade d'évolution du Vertébré.

Remarquons que la paire unique de *Coccosteus* considérée comme postérieure est, en réalité, dans une situation aussi antérieure que possible, puisqu'elle est tout juste contre le bord du plastron, à l'entrée du golfe latéral de la carapace. Or, dans ce golfe, nous localisons l'appareil branchial, ce qui fait de la ceinture du membre un organe en série métamérique avec les arcs branchiaux ; c'est la théorie de Gegenbaur.

Une des grandes difficultés de cette théorie était la formidable migration qu'a dû subir le dernier arc branchial pour aller se placer en position de membre postérieur ; non seulement on ne saurait assigner aucune raison à cette migration, mais encore elle paraît contre-indiquée, la localisation postérieure étant si peu favorable que l'organe entre généralement en régression. Gegenbaur invoquait l'exemple des variations très étendues dans la position des nageoires dans des groupes de Poissons même assez voisins ; mais ce sont des exemples de migration en avant du membre postérieur, tandis que c'est une migration en sens inverse qu'il s'agit d'expliquer.

Dans notre conception de *Coccosteus*, les organes branchiaux occupent tout le côté du tronc et le dernier ou le plus postérieur s'est transformé en membre ; cette transformation s'est opérée sur place et aucune migration n'a été nécessaire. Le membre s'est constitué dans la place la plus favorable ou plutôt la moins mauvaise possible, aussi antérieure que le permettaient à la fois le plastron et les branchies. Cette place était derrière la carapace, dans la région nue, où non seulement il n'y avait plus de grandes plaques dermiques, mais probablement plus même d'écailles. Or, au point de vue morphologique, la ceinture du membre postérieur, le bassin, offre une particularité remarquable : l'absence de tout os de recouvrement, de tout élément d'origine dermique. On sait le rôle considérable que jouent ces éléments dans la tête et pour la ceinture du membre antérieur. Leur absence au membre postérieur s'expliquerait facilement en admettant que cet organe s'est constitué dans une région non cuirassée.

Il semble assez peu probable que les deux paires de membres aient paru à la fois, par modification simultanée de deux arcs branchiaux. Après la constitution de la première paire, les membres postérieurs, aura eu lieu la condensation de l'appareil branchial, d'arrière en

avant ; puis le dernier arc branchial a subi la même transformation et le membre antérieur s'est constitué, dans une position beaucoup plus favorable, pour un organe à la fois moteur et d'équilibration comme le sont des nageoires ; la paire postérieure chez les Poissons est alors entrée en régression.

53. — *L'organisation et les mœurs.* — Nous avons déjà mis en rapport avec le milieu de pleine eau et des habitudes natatoires, plusieurs détails de l'organisation, tels que la forme, les membres pairs, l'organisation hypothétique de l'appareil branchial ; mais l'arthrodirie ne se prête nullement à un pareil rapprochement.

C'est cependant un caractère important, non seulement par la perfection de l'appareil lui-même, mais aussi par les modifications corrélatives dans d'autres organes. De ces modifications corrélatives, il y en a une qu'on peut appuyer sur des faits, une autre hypothétique parce que l'organe probablement affecté n'a pas laissé de traces dans les fossiles.

Nous avons, à diverses reprises, insisté sur la situation des yeux : latérale, mais fort en avant. C'est exactement ce qu'il faudrait pour élever les organes des sens au-dessus de la surface de l'eau, le reste du corps demeurant immergé ; ou bien pour dégager ces organes, l'animal tapi dans la vase du fond. L'arthrodirie et cette situation antérieure des organes sont plus que probablement connexes ; en tout cas, elles peuvent se comprendre l'une par l'autre, et leur développement semble parallèle. L'arthrodirie est très fortement marquée chez *Homosteus*, et c'est aussi ce genre qui montre la position la plus antérieure du complexe : yeux latéraux et appareil pinéal.

Le crâne proprement dit n'a pas été conservé, sauf que, dans un genre, *Chelyophorus*, les parachordaux étaient ossifiés et qu'il semble y avoir eu des exoccipitaux distincts. Généralement, chez les Poissons, le crâne est continu avec la colonne vertébrale ; leur union n'est pas une articulation spéciale. Suspendu dans l'eau, évoluant avec assez de rapidité, la mobilité de la tête n'est nullement nécessaire ; au contraire, la fixité de la partie antérieure, faisant fonction d'étrave, semble avantageuse. Mais comment a dû être l'union cranio-vertébrale chez les Arthrodiriens ? Il est au moins plausible de supposer qu'à l'articulation si parfaite du squelette dermique correspondait dans le squelette interne également une mobilité plus grande que d'ordinaire, une séparation par une articulation complète, au lieu de la continuité anatomique des autres Poissons. Le fait morphologique important de

la délimitation postérieure du crâne trouverait une explication rationnelle dans l'organisme arthrodirien.

Cette articulation crânienne devant travailler conjointement avec celle des plaques dermiques, sa forme et sa position n'ont pu être quelconques : les quatre articulations ont dû être strictement sur la même ligne axiale transverse; et comme l'articulation crânienne ne peut pas aller plus haut que la base du crâne, l'articulation des plaques dermiques s'est abaissée pour occuper une position latérale au niveau voulu. Par contre, la base du crâne a dû s'allonger vers l'arrière pour venir se mettre en ligne avec les deux articulations dermiques, lesquelles ne peuvent émigrer en avant, comme le montre le principe de l'étui à lunettes. Nous ne savons pas ce qu'il en était chez les Arthrodiriens, mais une telle saillie postérieure de la base du crâne est un fait caractéristique de la plupart des Stégocéphales. Il va sans dire aussi que l'articulation crânienne doit être un double condyle permettant les mouvements dans le plan vertical. Le seul fait qui n'apparaisse pas comme une conséquence directe et nécessaire de l'organisation est que le condyle est ici porté par la partie mobile ou tête, tandis que dans la partie dermique la tête porte la cupule.

Le seul auteur qui ait risqué quelques suggestions sur les mœurs probables des Arthrodiriens est Claypole (*The three great fossil Placoderms of Ohio*, in AMER. GEOLOGIST, août 1905). A propos de la localisation de l'armure en avant, il pose la question de savoir si aucun danger ne menaçait la partie postérieure. Les seuls êtres à craindre étaient-ils si lents qu'une chasse en poupe était toujours une course perdue? Le chasseur ne doit pas avoir été fort lesté, quand le chassé trouve inutile de protéger son dos. Il faut admettre l'une de ces deux alternatives : leur partie postérieure n'avait pas à craindre d'ennemi, ou ils la mettaient hors de danger par enfoncement dans la vase. Mais d'un autre côté, il est difficile, d'après Claypole, d'admettre que de pareils monstres aient vécu dans la vase, n'exposant que la tête et les mâchoires; des dents comme les énormes lames de *Dinichthys* ou de *Gorgonichthys*, où cette pièce mesure 9 pouces sur 7, n'ont pu se développer qu'en pleine lutte avec la proie ou avec l'ennemi; elles ne sont pas les armes d'un être artificieux et tapi.

En somme, Claypole ne conclut pas; à chaque suggestion probable, il trouve des difficultés. Il y a cependant une de ses objections qui n'est peut-être pas aussi relevante qu'il le croit : la formidable dentition indique sûrement que la proie devait être de grande taille et de puissants mouvements; mais cela n'empêche nullement que le chasseur

de cette proie ait pu se tapir. Les grands Mammifères carnassiers ne forcent pas leur victime à la course, mais se tapissent pour la surprendre. L'ensemble de l'organisation s'explique encore le mieux ou, si l'on veut, le moins mal, en supposant que l'animal se cachait dans la vase pour saisir au passage les grands requins et, dans un combat court mais violent, les maîtriser au moyen de ses puissantes armes offensives.

54. — *Rapports phylogéniques.* — Ce qui nous semble bien établi, ce sont les rapports d'étroite parenté entre Astérolépidés et Arthrodiriens, mais dans le sens d'une commune origine, et non dans la descendance d'un groupe de l'autre. Les différences sont des modifications divergentes d'un type commun, qui a pu être quelque chose comme *Acanthaspis*, ballotté entre les deux groupes, Astérolépidé pour Smith Woodward, énergiquement réclamé comme Coccostéidé par Traquair. Les expansions épineuses latérales très larges, fixées, creuses, sont quelque chose d'analogue aux extensions latérales des Céphalaspides et ont pu servir à empêcher un animal habitant le fond de la zone côtière moyenne encore soumise à l'action de la vague, d'être retourné.

De cette forme primitive s'est développé le groupe des Astérolépidés par migration continue vers le haut et adaptation à un milieu amphibie ou un habitat vaseux d'eau saumâtre. Cet habitat vaseux nous semble essentiel pour la transformation des branchies et surtout la formation des membres. L'intermédiaire a pu être une branchie plumeuse externe, mobile, pour secouer la vase. Aux diverses étapes de cette évolution, il a pu y avoir retour vers la vie aquatique : Arthrodiriens, Sélaeciens, Ganoïdes primitifs. Une vie de plus en plus aérienne, au contraire, a mené vers les Stégocéphales. Il est un fait indéniable, c'est que tous ces groupes montrent d'étonnantes ressemblances ; et les genres de vie sont trop différents pour que l'on puisse invoquer des convergences adaptatives. Tout en reconnaissant qu'il y a bien des difficultés, comme du reste dans toutes ces questions, les faits s'expliquent et se groupent le plus facilement dans l'hypothèse d'une parenté réelle.



LES ANDES MÉRIDIONALES SISMQUES

PAR

F. de MONTESSUS de BALLORE (1)

PLANCHE I

PRÉAMBULE

Feu le docteur von Dessauer a profité de son séjour à Valparaiso, de 1872 à 1879, non seulement pour y noter les tremblements de terre ressentis, mais aussi pour accumuler tous les renseignements et les documents qu'il put se procurer sur ceux du passé, au moyen d'études patiemment dirigées dans ce sens. Ses notes viennent d'être publiées par le docteur Friedrich Goll, de Munich (2), qui y a ajouté le résultat de ses propres réflexions et a bien voulu me communiquer un résumé des longues observations du collège allemand de Copiapo, en particulier de celles du docteur Langenstein, jusqu'à 1902. Grâce à ce catalogue considérable et malgré bien des lacunes et des différences quant aux longueurs de périodes d'observations pour les diverses villes du Chili, on peut dire maintenant que ce pays, si éprouvé par les tremblements de terre, possède là une histoire sismique de haute valeur et permettant de se faire de la répartition de l'instabilité à sa surface une idée aussi approchée que pour tout autre où n'existe pas de réseau d'observations systématiques.

Dès lors, et comme il faudra attendre un très long laps de temps pour qu'on puisse utiliser le résultat d'observations de ce genre, si tant est même que son établissement soit prochain, il était tout indiqué de

(1) Mémoire présenté à la séance du 17 février 1904.

(2) *Die Erdbeben Chiles. Ein Verzeichniss der Erdbeben und Vulkanausbrüche in Chile bis zum Ende des Jahres 1879, nebst allgemeinen Bemerkungen zu diesen Erdbeben.* (MÜNCHENER GEOGRAPHISCHE STUDIEN. Vierzehntes Stück, 1903.)

profiter de la publication du beau mémoire de Goll pour faire un pas de plus vers la connaissance de la répartition de l'instabilité dans les Andes méridionales en refaisant la carte sismique, carte qui faisait partie de mon travail de 1898 : *L'Amérique centrale et l'Amérique du Sud sismiques* (1), basé sur des documents beaucoup moins considérables. Cette méthode d'approximations successives permettra de se faire une idée de plus en plus précise et exacte des conditions dans lesquelles se présentent les tremblements de terre de ces pays, et l'on pourra profiter des nouvelles connaissances acquises pour rechercher, au moins d'une façon générale, l'influence des accidents géographiques et géologiques principaux sur la production de ces phénomènes, laissant aux savants locaux le soin d'entrer davantage dans le détail.

La province la plus méridionale du Pérou, celle d'Arequipa, ne saurait, sismiquement parlant, être séparée de la plus septentrionale du Chili, celle d'Arica. Aussi les territoires étudiés s'étendent-ils, sans interruption, sur l'étroit flanc occidental des Andes, entre les 16° et 56° parallèles, soit sur l'énorme développement de quelque 4,000 kilomètres de côtes. Cette immense bande, dont la largeur maxima ne dépasse pas 290 kilomètres à hauteur du tropique et oscille partout ailleurs entre 150 et 80 kilomètres et même moins, surtout au Sud, présente, comme il est facile de le concevoir, des différences considérables quant à son instabilité sismique, et ce sont ces différences qui ont principalement servi, concurremment avec certains accidents géographiques, à établir sept régions sismiques distinctes, en observant toutefois que si les deux premières n'en font en réalité qu'une seule, elles ont été cependant séparées, parce qu'elles appartiennent à des puissances différentes et que la première n'a pas été l'objet des recherches de von Dessauer ni de Goll.

D'une façon générale, ces sous-divisions, ou régions sismiques, sont dénommées au moyen de leurs principaux centres d'instabilité, tels qu'ils résultent des observations consignées dans les catalogues actuels. Il se trouve aussi que le plus souvent ce sont en même temps les principales villes qui s'y rencontrent. Cela ne veut pas dire que par un hasard étrange ces villes soient précisément les points les plus instables, mais uniquement que c'est là que se sont faites les observations utilisées, parce que là seulement se sont trouvées, à diverses époques, des personnes curieuses des phénomènes naturels, en particulier des tremblements de terre, et s'étant appliquées à les recueillir soigneusement

(1) *Memorias de la Sociedad científica Antonio Alzate*, t. XI, Mexico.

pendant des périodes plus ou moins longues. Mais la physionomie générale de la carte sismique n'en doit point pour cela être considérée comme sensiblement altérée, parce que, les tremblements de terre n'affectant, en général, qu'une aire terrestre très restreinte, l'erreur ainsi commise sur la position de l'épicentre n'empêchera pas de rechercher ultérieurement par une étude locale l'accident géologique auquel on doit les attribuer. En un mot, si un grand nombre de sismes ont été enregistrés en quelqu'une de ces villes, chefs-lieux de département, on peut être certain que la cause originelle en est très rapprochée, du moins pour un pour cent très élevé d'entre eux. Par contre, dans les intervalles entre ces grands centres d'instabilité peuvent s'en trouver d'autres équivalents, mais qui se décèlent non plus comme les précédents par le nombre des secousses enregistrées, mais simplement par le souvenir des catastrophes y ayant eu leur épicentre, car on sait qu'en général, et sauf de rares exceptions, tout point sujet à des tremblements de terre violents est en même temps caractérisé par une haute fréquence sismique. Que par hasard séjourne en un de ces points un homme de science, comme cela s'est présenté quelquefois, et l'on sera, au bout de quelques années, fixé sur la valeur de cette fréquence normale. C'est, par exemple, ce qui s'est passé pour Illapel à la suite d'un séjour, trop court encore cependant, du géologue Gay vers 1855.

De tout cela résulte que la carte sismique du Chili, telle qu'elle est donnée à la fin de ce travail, peut être regardée comme une représentation très rapprochée de la réalité, du moins tant qu'un réseau d'observations systématiques n'aura pas permis de serrer le problème de plus près.

En raison d'une tradition scientifique généralement fausse, et qui l'est nettement ici en particulier, à savoir la dépendance ou le parallélisme des phénomènes sismiques et volcaniques, on s'est servi pour localiser ceux-ci de la carte et du travail de Stübel (1) sur les volcans de l'Amérique du Sud, et c'est en suivant sa nomenclature qu'on a distingué sur la carte les montagnes ignivomes qui ont été actives pendant le XIX^e siècle. On remarquera à cet égard que l'on n'a point tenu compte du catalogue de Goll pour les phénomènes volcaniques. En effet, les volcans des Andes méridionales sont situés loin des côtes dans la Cordillère; leurs noms sont souvent sujets à confusion, et beaucoup

(1) *Ueber die Verbreitung der hauptsächlichsten Eruptionszentren und der sie kennzeichnenden Vulkanberge in Süd-America* (Dr A. PETERMANN'S GEOGRAPHISCHE MITTHEILUNGEN, t. XLVIII, 1902).

d'observations relatives aux phénomènes d'activité qu'ils auraient montrés sont très sujettes à caution. Cela n'a d'ailleurs pas d'importance ici, car il ne s'agit point d'une étude sur les phénomènes volcaniques, mais seulement d'une vue d'ensemble sur la coïncidence ou la non-coïncidence des régions sismiques et volcaniques.

Cent vingt épicentres ont donné lieu aux 8 027 sismes utilisés. On a aussi 28 tremblements sous-marins qui ne paraissent pas avoir été en même temps enregistrés sur la terre ferme, et l'on s'est servi pour leur révision du mémoire classique de E. Rudolph : *Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen* (1).

Les observations faites jusqu'à présent font monter à 162 la fréquence annuelle sismique totale des territoires étudiés. C'est une valeur très notablement au-dessous de la réalité; dans quelle proportion, il serait imprudent de se prononcer.

Nous allons d'abord passer successivement en revue les sept régions sismiques établies.

RÉGION I. — Arequipa et Moquegua.

9 épicentres et 1 062 sismes.

La région s'étend de la Punta de Atico (16° S.) à la frontière chilopéruvienne.

La fréquence sismique annuelle est assez bien connue, car elle résulte d'une série consécutive de trente-cinq années d'observations. Elle monte à vingt-cinq. Si l'on tient compte de ce fait que Caraveli et Moquegua ont à leur passif à peu près autant de désastres qu'Arequipa, il ne sera pas téméraire d'en conclure que cette région doit bien ressentir quelque 75 sismes annuels en régime normal. Quoi qu'il en soit, elle est assurément très instable et exposée partout. Elle correspond à un très haut relief de la chaîne des Andes, à une grande étroitesse de la bande entre la crête et le littoral, c'est-à-dire à une pente énorme de 60 ‰ environ, qui se prolonge presque équivalente jusqu'à l'isobathe de 4 000 mètres, qui suit la côte à une distance n'excédant pas 100 kilomètres, du même ordre par conséquent que la largeur même de la portion en terre ferme. A hauteur de Caraveli, la valeur absolue du relief s'accroît encore considérablement par la présence de la fosse dite de Krümmel.

(1) *Beiträge zur Geophysik*, t. I, II, III. Leipzig.

En résumé, on a ici une région extrêmement instable, coïncidant avec un très fort relief et à pente considérable.

La chaîne volcanique n'accompagne la crête des Andes qu'en face des centres sismiques d'Arequipa et de Moquegua, non de celui de Caraveli, probablement aussi important. Il est à noter que vers le Nord-Ouest de Caraveli, l'allure de la chaîne change et que précisément l'instabilité sismique disparaît dans cette direction pour ne renaître qu'à Ica et à Pisco.

RÉGION II. — Arica, Tarapaca et Iquique.

12 épicentres et 1 224 sismes.

La région s'étend jusqu'au Rio Loa, qui lui fait une limite naturelle.

Sept années seulement d'observations donnent une fréquence annuelle de 26 pour les deux villes de Tacna et d'Arica ensemble, tandis que six autres donneraient 17 pour cette dernière seule, c'est-à-dire que Tacna ne compterait que pour 9, à peu près la moitié. Ce résultat doit-il être considéré comme définitif? La question est délicate, les périodes d'observations suivies étant bien courtes et comprenant les années 1862 et 1868, signalées par des tremblements de terre destructeurs, partant accompagnées de nombreuses secousses prémonitoires et consécutives masquant le régime normal. Mais, d'autre part, les deux villes voisines de Tacna et d'Arica se trouvent dans des conditions géographiques, pente et relief, tout à fait semblables à celles d'Arequipa. Si donc ces conditions jouent, comme nous le pensons, un rôle de premier ordre dans le développement de l'instabilité sismique, non par elles-mêmes, mais bien par les dislocations qui les accompagnent et la persistance des efforts tectoniques auxquels elles doivent naissance, il devient évident que cette égalité entre les fréquences moyennes annuelles, 26 et 25 respectivement, a sa raison d'être, et que la seconde ayant un haut degré de probabilité, la première acquiert par cela même une grande vraisemblance.

En dépit du manque d'observations suivies, on est, semble-t-il, en droit d'admettre que les villes échelonnées le long du littoral, Pisagua, Iquique et Pabellon de Pica, ont des fréquences du même ordre de grandeur qu'Arica. Huanillos est dans le même cas, mais le fait est moins certain. Quoi qu'il en soit, cette déduction résulte, non des nombreux sismes relatés et qui ne sont que des chocs prémonitoires et surtout consécutifs aux grands tremblements, mais bien plutôt de ce

que ces villes ont toutes eu leurs catastrophes propres, indice très général d'une haute fréquence normale. Toute la côte de la région a donc une forte sismicité.

Il est très remarquable qu'en outre du voisinage de l'isobathe de 4,000 mètres, tout le littoral de la région correspond exactement à l'abîme dit de Bartholomew, allongé du Nord au Sud, et dont la limite méridionale se trouve précisément à peu près à la même latitude que la diminution de pente terrestre observée à la Sierra de Huatacondo, alors que la chaîne des Andes, perdant son caractère de rempart abrupt, se transforme à hauteur des déserts de Tamarugal et d'Antofagasta en une série d'escaliers gigantesques en s'infléchissant vers le Sud-Est et en s'élargissant de l'Ouest à l'Est.

On a vu plus haut que Tacna est vraisemblablement beaucoup plus stable qu'Arica, — cela résulte d'observations simultanées, — et comme il en est de même pour Tarapaca par rapport à son port d'Iquique et pour la pampa de Tamarugal relativement à Pabellon de Pica et Huancillos, il en résulte qu'ici l'activité sismique est à peu près restreinte au littoral. Cette déduction paraît corroborée par le fait que l'angle rentrant de la crête andine et du littoral du Pacifique est assez riche en observations de sismes sous-marins non signalés à terre. On serait ainsi dans un cas tout à fait analogue à celui de la côte occidentale du Japon, bordée elle aussi par des abîmes extrêmement profonds. Bref, les tremblements de terre des deux premières régions apparaissent pour la plupart comme d'origine sous-marine. Malheureusement, ce n'est encore assurément qu'une hypothèse, et si plausible soit-elle, on ne saurait nier qu'il lui manque la sanction de l'observation. Aux sismologues du Pérou et du Chili de tracer dans l'avenir les isosistes limites d'un assez grand nombre de tremblements de terre à surface d'ébranlement notable et de voir si ces courbes ne font que mordre la terre ferme, comme le fait a été définitivement démontré pour les sismes de la côte occidentale du Nippon, au droit de la fosse de Tuscarora, représentée ici par celles de Krümmel et de Bartholomew. Il n'est pas douteux que la Cordillère ne soit un sérieux obstacle à la propagation des secousses en Bolivie, et seuls les grands sismes la franchissent; mais cette circonstance ne suffirait point à elle seule, comme le pense Goll, à expliquer l'allure aplatie des isosistes. Il y a, au contraire, lieu de penser que cet aplatissement, uniquement dû à l'éloignement de l'épicentre en mer, ne se restreint pas aux isosistes extrêmes et extérieurs, comme cela se présente pour ceux du bassin de la Haute Koura contre le rempart du Caucase. Quoi qu'il en soit, c'est la question fondamen-

tales qu'auront à résoudre les sismologues de ces pays et qui se pose aussi pour plusieurs des régions suivantes.

Il est très digne d'attention que de Caraveli à Pabellon de Pica, c'est-à-dire sur quelque 300 kilomètres de part et d'autre d'Arica, sommet de l'angle rentrant de la Cordillère et du littoral qui lui est parallèle, la sismicité ne change pour ainsi dire pas de valeur. Ce résultat est tout à fait conforme à ce fait que dans leur changement de direction, les Andes ne subissent aucune perturbation dans leur allure générale, ni aucune dislocation spéciale, jusqu'à la Sierra d'Huatacondo, où la chaîne s'élargit et se stabilise nettement. La sismicité des deux premières régions est donc très intimement liée à l'énorme relief andin et à sa pente depuis la crête jusqu'à l'isobathe de 4 000 mètres et au fond des fosses sous-marines de Krümmel et de Bartholomew, ou plutôt aux dislocations longitudinales qui ont donné lieu à la surrection de la Cordillère. On est d'autant plus fondé à soutenir cette déduction que l'on a vu l'instabilité plus grande sur la côte qu'à l'intérieur, et en particulier Tacna serait plus instable qu'Arica, si une dislocation importante correspondait au changement de direction des Andes, ce qui n'est point.

D'un bout à l'autre de la crête andine, correspondant à cette seconde région, se succèdent assez régulièrement au moins quinze volcans, dont aucun n'a été authentiquement actif au XIX^e siècle, d'après Stübel tout au moins.

RÉGION III. — **Antofagasta.**

7 épicentres et 85 sismes.

La région est comprise entre les rios Loa et Salado et s'étend sur le désert du même nom et sur les parties respectivement méridionale et septentrionale de ceux de Tamarugal et d'Atacama.

Les avis sont très partagés sur la question de savoir si cette région est stable ou instable, son état désertique et peu habité ayant jusqu'à présent empêché d'y faire des observations sérieuses et suivies. Cependant le caractère nettement local des sismes qu'on y a relatés, même quand ils étaient violents comme à Calama, donne presque le droit de penser que la fréquence sismique y doit être faible. Cela est d'autant plus probable que d'après tout ce que l'on sait de la façon dont se répartit habituellement l'instabilité au regard du relief, ce serait une conséquence tant de l'élargissement de la bande littorale et de la diminution résultante de la pente que du fait que la partie septentrionale

et plus grande de la région correspond à l'intervalle entre les fosses de Bartholomew et de Richards. Mais la question reste cependant à résoudre, malgré la probabilité qu'il y ait de voir se confirmer la stabilité de la région. Le Morro de Mejillones, qui dresse en deux promontoires opposés ses flancs abrupts, semble un accident sur lequel doivent se porter les recherches des sismologues.

La série des volcans suit l'échelon le plus élevé et oriental de la Cordillère, et en présente au moins un dont l'activité au XIX^e siècle n'est pas douteuse. Elle finit précisément avec la région.

RÉGION IV. — **Atacama, Copiapo et Coquimbo.**

22 épicentres et 2321 sismes.

La région s'étend au Sud jusqu'au Rio Choapa.

Quarante-deux années d'observations suivies rendent très probable une fréquence annuelle de trente-deux sismes à Copiapo, tandis que douze seulement en feraient attribuer une plus forte de trente-huit à Coquimbo. Mais comme pour cette dernière ville on a tenu compte de l'année 1847, anormale à cause des chocs consécutifs à un grand sisme, on est en droit d'admettre une fréquence de même ordre de grandeur pour l'un et l'autre point. Illapel ne doit pas être beaucoup plus stable, conclusion qu'il faut peut-être étendre aussi à Vallenar et à ses alentours. Ces quatre localités ont à plusieurs reprises souffert de désastres considérables. Quoi qu'il en soit, cette région est extrêmement instable sur tout son développement.

Les conditions de relief terrestre sont à peu près les mêmes que pour les deux premières régions, mais comme sa partie Nord correspond seule à un abîme sous-marin, celui de Richards, que d'autre part l'isobathe de 4 000 mètres s'éloigne beaucoup du littoral en atteignant son maximum d'élongation sur le 28^e parallèle, et qu'enfin les sismes sous-marins et surtout les vagues sismiques ont donné lieu à un moindre nombre d'observations que pour les deux premières régions, on trouve là un ensemble de constatations concourant à faire penser que les dislocations terrestres jouent ici un rôle sismogénique prédominant par rapport aux circonstances du relief sous-marin. Mais ce sont là déductions à faire confirmer par le tracé de l'isosiste limite d'un grand nombre de sismes.

Dans beaucoup de régions instables du globe, les phénomènes sismiques paraissent en relation intime avec les phénomènes de

plissements, autrement dit, ils sont un effet atténué des efforts tectoniques qui leur ont donné naissance. On peut suggérer qu'il en est peut-être de même à Copiapo et à Coquimbo ; en tous cas, une telle supposition, à laquelle manque d'ailleurs, il faut bien le dire, le contrôle de l'observation et d'une plus attentive étude locale, n'a rien qui doive choquer. En effet, d'après de Lapparent, la coupe à hauteur de Copiapo du versant occidental de la Cordillère montre une sorte de grand synclinal jurassique ou néocomien entre la crête des Andes et la bande granitique côtière, contre laquelle se développent dans le Sud des chaînes sédimentaires très plissées, d'aspect archéen, mais qui pourraient bien n'être que du Crétacé supérieur métamorphique. Si ces faits étaient confirmés, on aurait là une région dont le plissement relativement récent se continuerait peut-être encore sous forme de sismes.

Cette région correspond à un vide complet de la série volcanique.

RÉGION V. — **Valparaiso, Santiago, Talcahuano et Concepción.**

51 épicentres et 3 216 sismes.

La région s'étend au Sud jusqu'au Rio Biobio.

La répartition de l'instabilité sismique y est connue d'une façon très satisfaisante par suite de l'existence de villes importantes et cultivées, qui ont donné lieu à d'excellentes séries d'observations, parce que c'est là depuis des siècles le centre politique et intellectuel du Chili.

Le relief change ici une fois encore complètement de caractère. En effet, au lieu de s'abaisser brusquement sur l'océan en compliquant ses pentes par des contreforts transversaux comme dans la région précédente par exemple, ou en se disposant comme dans la troisième en escaliers gigantesques, la Cordillère s'abaisse brusquement, non jusqu'au littoral, mais jusqu'au fond d'une grande dépression longitudinale, séparée de l'océan par une série de hauteurs secondaires, assez souvent et complètement interrompues par de vastes plaines. Cette dépression, marquée par les ensellements des contreforts, est l'accident le plus considérable du Chili central. Elle se prolonge loin au Sud, comme on le verra plus loin.

L'activité sismique atteint son maximum à hauteur de Valparaiso et de Santiago, villes dont les fréquences sismiques annuelles, peu différentes, sont respectivement 20 et 18. Si l'on considère tout d'abord Santiago et ses environs tant au Nord qu'au Sud dans la direction de la

dépression longitudinale, on devra en attribuer la sismicité élevée à la pente et aux reliefs énormes de la Cordillère, toujours dans le sens figuré de cette expression, mais non à la présence de la dépression, opinion cependant soutenue par plusieurs observateurs, parce que l'instabilité va s'affaiblissant beaucoup le long de cet accident, tant dans la moitié Sud de cette cinquième région que dans la moitié Nord de la sixième et suivante, puis s'évanouissant même complètement dans la moitié Sud de cette dernière. On ne voit pas, en effet, la raison de ces différences dans l'effet sismogénique de cet accident, alors que son allure reste constante tout le long de son développement considérable.

Quant à ce qui concerne Valparaiso et le littoral avoisinant, la disposition du relief sous-marin semble bien suffire à rendre compte de l'intensité et de la fréquence de ces sismes dans ces parages. Non seulement, en effet, la profonde fosse d'Hœckel correspond exactement à cette partie du littoral, mais encore la courbe bathymétrique de 4 000 mètres, qui s'était tant enfoncée dans l'océan à partir du 28^e parallèle, s'en rapproche graduellement pour toucher la côte à Valparaiso même, ce qu'elle ne fait nulle part ailleurs. Elle quitte ensuite définitivement le littoral pour s'éloigner dans l'Ouest de 2 000 à 2 500 kilomètres. Ces conditions, la fréquence des vagues sismiques dans ces parages et une nouvelle recrudescence dans le nombre des sismes sous-marins donnent donc à penser que ce relief sous-marin joue là un rôle sismogénique considérable. Santiago et Valparaiso ont leurs sismes propres, cela résulte nettement d'observations simultanées.

En résumé, la sismicité de Santiago et de Valparaiso serait la conséquence des conditions respectives de relief de la grande Cordillère jusqu'au fond de la dépression longitudinale pour la première de ces villes, de la crête de la Cordillère côtière au fond des abîmes océaniques pour la seconde.

Le régime sismique normal du reste de la région, au Sud de Talca tout au moins, correspond à une fréquence annuelle relativement faible de trois ou quatre sismes seulement. Ce n'est pas que les catastrophes y soient inconnues, comme l'ont appris à leurs dépens Penco, Concepción et Talcahuano. Mais les sismes prennent là un caractère paroxysmal tout à fait exceptionnel, les crises étant séparées par des intervalles de repos presque absolu. C'est ainsi que si de 1835 à 1839 Vermoulin a pu observer 1 200 secousses à Concepción, consécutives au grand tremblement de terre du 20 février 1835, pareille circonstance ne s'est plus jamais reproduite.

La série de plis que Wechsli et Burckhardt ont signalée dans la Cor-

dillère vers le 55° parallèle, c'est-à-dire à hauteur de Talca, ne peut être rendue responsable des sismes du Sud de la région de Santiago, puisque c'est précisément à partir de là que l'activité sismique commence à décroître beaucoup. D'ailleurs, il doit en être ainsi, parce que ces plis affectent surtout le Jurassique et très peu le Crétacé, indice que les efforts tectoniques de plissement sont probablement éteints et ne se perpétuent plus à l'époque actuelle sous forme de sismes. Ces plissements se seraient donc éteints plus anciennement que ceux de la région précédente.

La série volcanique, avec ses pics actifs ou éteints, recommence à peu près à hauteur du Nord de la région après la grande interruption signalée plus haut, de sorte qu'elle correspond aux deux parties instable et stable, respectivement septentrionale et méridionale de la région.

RÉGION VI. — **Valdivia, Puerto Montt et presqu'île de Taitao.**

17 épicentres et 117 sismes.

Cette région s'étend au Sud jusqu'au 47° parallèle pour se terminer à la presqu'île de Taitao, comprenant ainsi la terre ferme jusqu'à Puerto Montt et au canal de Chacao, et aussi l'île de Chiloe, les archipels des Guaytecas et des Chonos, et enfin la presqu'île en question. Sismiquement parlant, au moins dans l'état des connaissances actuelles, on n'aurait pas dû dépasser Puerto Montt et le canal de Chacao. Si on a autant prolongé la région vers le Sud, c'est qu'on a voulu la faire correspondre à l'entier développement de la dépression longitudinale du Chili, même à sa partie submergée dans les golfes d'Ancud et de Corcovado, entre Chiloe et le continent, dans le canal de Moraleda, entre lui et l'archipel des Chonos, et enfin dans le lac San-Rafael de l'isthme d'Ofqui. La présence de cet énorme trait géographique justifie ainsi la prolongation de la région vers le Sud jusqu'au 42° parallèle.

Cette région ne présente pas une haute fréquence sismique. Quoique Valdivia n'ait pas échappé à des désastres d'importance, ce sont phénomènes rares et anormaux, puisqu'en moyenne les dix-neuf années d'observations d'Andwanter ne lui ont fourni que trois sismes par an. Cette ville se trouve donc dans des conditions sismiques analogues à celles de Concepción. Puerto Montt et le reste de la région ne paraissent pas être plus souvent ébranlés que Valdivia.

Cette assez grande stabilité de la sixième région coïncide avec une diminution considérable de l'altitude des Andes et en même temps avec la disparition des grands fonds, deux circonstances caractérisant — la première à degré moindre cependant — la moitié méridionale de la cinquième région, et dont la sismicité subit aussi depuis Talca un affaiblissement très grand par rapport à celle de Santiago. Cela confirme l'importance fondamentale des conditions de relief. Comme d'ailleurs la dépression longitudinale coïncide successivement du Nord au Sud à des territoires très instables autour de Santiago, moyennement instables jusqu'à Talca, assez stables jusqu'à Puerto Montt et jusqu'à sa terminaison à l'isthme d'Ofqui avec des régions d'une stabilité presque absolue, il faut décidément, et en dépit des affirmations contraires, dénier toute influence sismogénique à cet élément si caractéristique de la géographie du Chili central. C'est à cause de ces affirmations que l'on a tenu à mettre bien en relief une erreur généralement partagée. On dira peut-être que les terres et les îles avoisinant la partie submergée de la dépression au Sud de Puerto Montt sont colonisées depuis trop peu de temps, et faiblement encore, pour que l'on puisse de façon certaine affirmer leur stabilité complète. Assurément, mais on est certain que la fréquence annuelle moyenne n'y dépasse pas celle de Valdivia, de sorte qu'en tout état de cause la conclusion reste valable.

Les deux parties peu instables et très stables de la région de part et d'autre de Puerto Montt correspondent à la continuation ininterrompue de la série volcanique en plusieurs points très active et dont les derniers cônes finissent à hauteur de l'extrémité Sud de Chiloe.

RÉGION VII. — Territoires Magellaniques.

2 épicentres et 2 sismes.

La stabilité absolue des Territoires Magellaniques présente un très haut degré de probabilité, encore qu'il n'y ait guère été fait d'observations qu'à Punta Arenas, où de longues séries météorologiques, instituées depuis sa fondation en 1842, n'ont eu jusqu'à présent qu'un seul sisme à enregistrer. Cette stabilité coïncide avec le grand abaissement de la Cordillère et avec le relèvement des fonds sous-marins jusqu'à une très grande distance. Là, comme presque toujours, les fjords correspondent à la rareté des tremblements de terre.

La série volcanique se réduit ici à quelques cônes mal connus encore, mais à coup sûr très peu nombreux et isolés les uns des autres.

RÉGION VIII. — Le Pacifique Sud-américain entre les 16° et 56° parallèles.

D'assez nombreux sismes sous-marins, indépendants de ceux de la terre ferme, ont été observés dans toute cette partie du Pacifique. Il n'en résulte malheureusement pas que l'on puisse en étudier la répartition, comme cela est à peu près possible pour la partie moyenne de l'Atlantique. Il ne serait pas étonnant que des observations ultérieures vinssent déceler dans les parages des îles San Ambrosio et San Felix (ou Desventuradas), et surtout Juan Fernandez, quelque région sismique sous-marine, placée ainsi au bord de la branche remontante de l'isobathe de 4 000 mètres et correspondant exactement à celle de Daussy et du rocher Saint-Paul de l'Atlantique équatorial. Rien ne manquerait même à ce rapprochement, car il semble bien que dans ces parages aussi se soient à plusieurs reprises manifestés des phénomènes volcaniques sous-marins. Ce seraient l'une et l'autre des régions sismiques et volcaniques. Il serait donc très important que le Gouvernement chilien instituât des observations météorologiques et sismiques dans ces îles.

Conclusions générales.

Tant qu'une organisation systématique d'observations sismologiques n'aura pas été instituée au Chili et fonctionné un assez grand nombre d'années, on ne pourra espérer aller beaucoup plus loin qu'on ne l'a fait précédemment dans la connaissance de la répartition de l'instabilité sismique dans les Andes méridionales. Ce n'est pas que les faits connus soient insuffisants quant au nombre, mais c'est surtout parce que l'on est peu fixé sur la sismicité propre du talus sous-marin compris entre la côte et l'isobathe de 4 000 mètres, et moins encore peut-être sur celle de la partie de la chaîne la plus rapprochée de la crête, les villes importantes où les observations ont pu se faire étant des ports ou se trouvant à proximité du littoral, par suite du peu de densité de la population dès qu'on s'en éloigne vers l'intérieur. Il n'y a guère d'exceptions que dans le Chili central. On a cependant vu que, selon toute vraisemblance, une grande proportion des sismes ont une origine sous-marine, autrement dit qu'ils se produisent surtout au pied du talus sous-marin ou entre la côte et l'isobathe de 4 000 mètres, ce qui tendrait à leur faire attribuer comme cause fondamentale la frac-

ture, à cause et le long de laquelle s'est effectuée lentement depuis les temps jurassiques et crétacés la surrection des Andes, marquée par une notable exacerbation à la fin de cette dernière période. Ce mouvement ne s'est pas arrêté là, mais a certainement continué pendant toute la période tertiaire.

La chaîne des Andes méridionales forme une série disloquée de paquets d'âge secondaire, dont la tranche est tournée vers l'Ouest, ce qui accentue la pente de ce côté. Ce relèvement de la bande suppose presque inévitablement l'effondrement d'une autre partie jointive de l'écorce terrestre, et cette déduction est tout à fait conforme aux récentes découvertes géologiques faites dans la République Argentine. On a, en effet, rencontré dans les Andes, entre les 32° et 39° parallèles, des conglomérats jurassiques indiquant le voisinage d'une côte et qui auraient puisé leurs éléments dans des porphyrites d'éruptions sous-marines. Les argiles et les grès du versant oriental des montagnes du Rio Grande correspondraient à des dépôts en mer plus profonde. Cela démontrerait l'existence à l'époque jurassique d'un grand golfe andin s'arrêtant au rivage oriental d'un continent Pacifique allant peut-être jusqu'à la Nouvelle-Zélande et à l'Australie occidentale, et occupant l'emplacement actuel de la chaîne des Andes. Ce continent aurait été d'un âge très reculé, du Devonien au Crétacé, puisque le Trias semble manquer dans l'Amérique méridionale et que d'autre part la flore gondwanienne à *Glossopteris* se retrouve tant au Brésil que dans la République Argentine. C'est précisément aussi cette dernière constatation qui a fait admettre, par Stelzner, Neumayer et d'autres, l'hypothèse d'un grand continent contemporain brésilien-éthiopien. Le golfe jurassique en question aurait fait place au bourrelet andin, dont l'abrupte tranche occidentale constitue les territoires chiliens étudiés ici et dont l'instabilité sismique s'explique dès lors avec la plus grande clarté, comme se trouvant immédiatement au-dessus de la fracture (l'isobathe de 4 000 mètres), le long de laquelle se serait effondré le continent Pacifique, tandis que le côté opposé du bourrelet, simplement soulevé à l'Est, s'abaisse en pentes beaucoup plus douces sur la Bolivie et la République Argentine, où l'instabilité sismique est infiniment moindre. Ces considérations expliquent aussi pourquoi les phénomènes de plissement se localisent presque exclusivement dans les Précordillères du côté oriental et argentin de la chaîne et coïncident, soit dit en passant, avec la région sismique linéaire qui s'étend de Salta et d'Oran à Mendoza et au Cerro de Nevado à la latitude de Talca, mais avec une sismicité très inférieure à celle du versant pacifique.

La surrection des Andes apparait maintenant comme un phénomène beaucoup plus ancien qu'on ne le croyait autrefois, et Steinmann place à la fin des temps crétacés la dernière grande période de dislocation, correspondant à la sortie des andésites. Mais les dislocations, de moindre ampleur toutefois, n'ont pas cessé de se produire depuis cette époque déjà reculée. C'est ainsi que dans son étude des failles entre Talcahuano et Lebu, Noguès a relevé celles qui affectent les dépôts arénacés à lignites. Mais au Sud, on voit que les formations tertiaires de la Patagonie et des Pampas sont restées horizontales et ne participent ni au redressement de la chaîne principale, ni à celui des Sierras pampeennes qui lui sont parallèles. Le grand mouvement de surrection semble donc s'être arrêté plus tôt dans le Sud que dans le Nord, et en tout cas il y a atteint une amplitude beaucoup moindre, comme le montrent l'abaissement notable de la Cordillère dans les Territoires Magellaniques et en même temps la disparition des grands fonds océaniques. La diminution de l'instabilité sismique à partir de Talca au moins et sa disparition complète au Sud du 42° parallèle trouvent dans ces faits une explication des plus rationnelles.

Toutes ces considérations concordantes montrent que la grande fracture pacifique au large du littoral Sud-américain et le relèvement de la tranche d'écorce terrestre brisée le long de cet énorme accident par la formation subséquente du talus des Andes de ce côté, tandis que l'écorce cédait simplement du côté opposé en conservant une pente relativement modérée, et seulement accidentée par les plissements dus à la compression résultante, sont la raison originelle de la grande instabilité sismique du Pérou méridional et du Chili dans les territoires étudiés ici. Cette instabilité signifie-t-elle que le mouvement d'ascension continue encore actuellement et n'a pas dit son dernier mot, en se décelant de nos jours par des sismes fréquents et souvent destructeurs? Non, certes. C'est, à la rigueur, possible, comme pour l'Himalaya, si cette supposition de quelques-uns des géologues indiens se confirme, mais c'est un fait qui est encore loin d'être démontré et a perdu le plus fort argument en sa faveur depuis que Suess a réfuté magistralement que les grands tremblements de terre du commencement du XIX^e siècle eussent été, comme on le croyait jusqu'à ces dernières années, accompagnés d'un notable relèvement des côtes chiliennes.

Ce mouvement de surrection d'une des lèvres de la fracture pacifique donnant naissance à la chaîne des Andes s'est arrêté à une époque relativement récente, en atteignant une amplitude considérable,

12000 mètres au moins. Il n'a pu se produire sans laisser dans la bande littorale des traces, visibles au moins dans sa partie émergée, sous forme de dislocations qui ont introduit dans les couches des éléments permanents d'instabilité, outre que l'on doit admettre que n'ont pas encore complètement disparu les efforts auxquels ce mouvement grandiose a dû son origine. Cette énorme amplitude de 12000 mètres, dont 4000 immergés, et que la dénudation n'a pu que diminuer, est corroborée par ce fait, mis en évidence par Stelzner, que dans les hautes chaînes du bord du Pacifique, la série stratigraphique est beaucoup plus complète que dans l'intérieur et composée d'assises affectant un caractère plus pélagique. Il en résulte que les Andes correspondent maintenant à l'emplacement d'un ancien géosynclinal accusé par le golfe jurassique dont on a déjà parlé.

On trouve donc ici une analogie parfaite avec le flanc méridional de l'Himalaya, dont l'ancienneté du mouvement ascensionnel a été démontrée ces dernières années comme pour les Andes et qui est aussi instable sismiquement que le Chili pour les mêmes causes : effondrement du continent gondwanien correspondant à la disparition du continent pacifique. La seule différence serait qu'ici la grande fracture longitudinale est sous-marine, tandis que dans l'Inde elle est simplement masquée par l'énorme accumulation des alluvions de la plaine indo-gangétique. Dans l'un et l'autre cas aussi, la stabilité sismique règne du côté opposé de la chaîne par rapport à l'effondrement, au Thibet comme en Bolivie et dans la République Argentine, sauf l'exception de la zone de plissement des Précordillères orientales.

Malheureusement, ce qui manque beaucoup plus encore pour les Andes méridionales que pour l'Himalaya, c'est l'étude des causes secondes, c'est-à-dire la recherche des accidents géologiques d'ordre secondaire, dont un reste de survie des efforts tectoniques correspondants se manifeste par des tremblements de terre. On ne sait presque rien encore à cet égard, et les résultats que l'on possède relativement à quelques-uns des plus récents d'entre eux sont plutôt négatifs quant au rôle sismogénique qu'on aurait pu être porté à leur attribuer. C'est ainsi que la grande dépression longitudinale du Chili moyen, trace d'un ancien réseau fluvial parallèle à la chaîne des Andes, et les fractures transversales représentées par le morcellement des terres de Chiloe, Guaytecas et Chonos, ainsi que par les fjords du Sud et l'extrême division des Terres Magellaniques, coïncident avec une grande stabilité sismique, indice de l'extinction des efforts tectoniques correspondants.

L'hypothèse, si longtemps classique depuis Lyell, que les grands

tremblements de terre du Chili ont été à plusieurs reprises accompagnés d'un soulèvement appréciable des côtes, d'où l'on concluait à la continuation actuelle par à-coups du mouvement de surrection des Andes, doit être définitivement abandonnée, après la réfutation par Suess de tous les faits sur lesquels on l'étoyait. Il était donc inutile de revenir sur une question aussi complètement traitée par le grand géologue autrichien et que tout le monde connaît depuis la publication de l'*Antlitz der Erde*. Mais il est important de dire que cela n'enlève pas le moins du monde à la formation de la chaîne des Andes le rôle sismogénique fondamental que tout tend à lui faire attribuer dans les tremblements de terre du Chili, et qui en restent une conséquence éloignée. Leur genèse en est simplement plus compliquée dans le détail, puisqu'elle dépend d'accidents géologiques secondaires à rechercher, mais n'en résultant pas moins indirectement du mouvement de surrection de la Cordillère.

Il ne reste plus maintenant qu'à dire un mot des phénomènes volcaniques. Ils se sont développés dès le milieu des temps secondaires au moins, et tant pendant le Tertiaire qu'actuellement, le théâtre de leur activité n'a guère changé. Ils accompagnent la crête de chaque côté, ne la débordant largement qu'à l'Est seulement. On a pu voir à la fin de la description sismique de chaque région le rapport entre la série des cônes récents, actifs ou non, d'une part, et l'importance des sismes dans chacune d'elles, ou même dans leurs sous-divisions d'autre part. Toutes les combinaisons possibles s'y rencontrent, depuis la coïncidence entre des régions très instables ou très stables avec des portions de crête avec ou sans montagnes ignivomes. L'indépendance complète et absolue des deux ordres de phénomènes ne saurait donc se manifester plus clairement que dans cette partie du cercle, dit de feu, du Pacifique, sans que l'on doive cesser de faire remonter la cause première des uns et des autres aux grands mouvements de l'écorce terrestre. Ici, comme en plusieurs autres régions du globe, au Caucase par exemple, l'instabilité sismique se montre au pied du bord du compartiment relevé, et l'activité volcanique à son sommet.

Aller plus loin qu'on l'a fait précédemment dans l'étude des causes des tremblements de terre des Andes méridionales serait dépasser les résultats de l'observation et risquer d'émettre des hypothèses faciles à réfuter, partant bien inutiles.

Abbeville, le 7 janvier 1904.

TABLEAUX

DES

Nombres de sismes connus par épicentres et régions.

I. — Arequipa et Moquegua.		24. Caracoles.	22
1. Arequipa.	962	25. Cobija	12
2. Caraveli	55	26. Mejillones (del Sur)	37
3. Huayna-Putina	3	27. Taltal	1
4. Ilo.	11	28. Tocopilla.	5
5. Mollendo	6		85
6. Moquegua.	12	IV. — Atacama, Copiaco, Coquimbo.	
7. Sachaca	1	29. Animas (Las)	1
8. Tiavaya	8	30. Caldera.	13
9. Ubinas.	4	31. Carrizal bajo	3
	1 062	32. Cerro de la Cruz de Caña.	1
II. — Arica, Tarapaca, Iquique.		33. Chanarcillo	1
10. Arica.	199	34. Chañaral	2
11. Huanillos.	1	35. Chañaral	9
12. Iquique	405	36. Copiapo	1,478
13. Isluga	3	37. Coquimbo	464
14. Mejillones (del Norte)	1	38. Faro de la punta de Caldera	7
15. Noria (La).	1	39. Faro de la punta de Coquimbo	28
16. Pabellon de Pica	281	40. Freirina	15
17. Pisagua	4	41. Huasco.	4
18. Tacna	104	42. Higuera	1
19. Tacna et Arica.	217	43. Illapel	67
20. Tamaragal (Désert de)	3	44. Juan Godoi	1
21. Tarapaca	5	45. Ovalle	77
	1 224	46. Pabellon	4
III. — Antofagasta.		47. Salamanca	1
22. Antofagasta.	7	48. Serena (La).	118
23. Calama.	1	49. Tamaya	21
		50. Vallenar	5
			2 321

V. — Valparaiso, Santiago, Talcahuano, Concepción.

51. Alvarado	1
52. Andes (ou Santa Rosa de los).	6
53. Angeles (Los).	2
54. Bucalemu.	1
55. Casa Blanca.	6
56. Cauquenes	4
57. Chillan.	6
58. Cohelemu	8
59. Colin.	4
60. Concepción.	1,234
61. Constitución	15
62. Curacavi	3
63. Curico	9
64. Dormida (La).	4
65. Estrella (La).	1
66. Felipe (San).	31
67. José (San) de Maipo	2
68. Lampa	5
69. Ligua (La)	16
70. Limache	16
71. Linderos (Los).	2
72. Maipo (Cerro de).	1
73. Marga marga	1
74. S. Miguel.	1
75. Melipilla	1
76. Ocoa.	2
77. Pangia	2
78. Papudo.	1
79. Pedro (San).	1
80. Penco	1
81. Petorca	1
82. Playa Ancha (Faro de la).	2
83. Posillas	1
84. Prado	1
85. Quilapilu	6
86. Quillota	20
87. Quintero	64
88. Quiriquina (Faro de la).	7
89. Rancagua.	9

90. Rengo.	9
91. Santiago.	1,001
92. Santiago et Valparaiso	141
93. Tagueragua	2
94. Talca	53
95. Talcahuano	5
96. Tome (El)	1
97. Valparaiso.	480
98. Vicuehen	2
99. Viña del Mar.	22
100. Viscacha (Cerro de la).	1
101. Yumbel	2
3,216	

VI. — Valdivia, Puerto Monte, presqu'île de Taitao.

102. Ancud.	7
103. Angol	9
104. Calbuco	2
105. Cañete	1
106. Carelmapu.	1
107. Corral.	5
108. Guaytecas (I.)	1
109. Lebu	1
110. Manzanales	1
111. Maria (Santa, mouillage de)	1
112. Mocha (I.)	7
113. Nacimiento (El).	2
114. Niebla (Faro de la)	4
115. Nueva Imperial.	1
116. Puerto Montt.	7
117. Trumao	1
118. Valdivia.	72
117	

VII. — Territoires Magellaniques.

119. Punta Arenas	1
120. Wager (I)	1
2	

VIII. — Tremblements sous-marins.

121. 18°30' — 80°30'.
 122. 18°54' — 80°30'.
 123. 19°00' — 78°38'.
 124. 19°28' — 70°29'.
 125. 19°35' — 93°17'.
 126. 20° 8' — 71°17'.
 127. 20°40' — 77°22'.
 128. 24°18' — 72°54'.
 129. 26° 2' — 95°10'.
 130. 26°48' — 73°42'.
 131. 27° 3' — 71°21'.
 132. 29°54' — 71°19'.
 133. 31°27' — 72°42'.
 134. 33°32' — 76°49'.
 135. 34°55' — 77°38'.
 136. 38°37' — 102°45'.
 137. 38° — 76°00'.
 138. 38°00' — 96°00'.
 139. 38°00' — 100°00'.
 140. 42°32' — 88°45'.
 141. 44°48' — 79°18'.
 142. 54°57' — 128°34'.
 143. 59°29' — 68°11'.
 144. 59°29' — 68°20'.
 145. 65°15' — 75°12'.
 146. A 6 lieues marines au Sud-Ouest de Coquimbo.
 147. A quelques milles de la côte entre Chañaral et Herradura.
 148. A hauteur et au large de Talcahuano.

TOTAL GÉNÉRAL. . . . 8,055

Tremblements de terre sentis aussi en mer

- 20°13' — 71°18'.
 20°14' — 71°31'.
 22°10' — 70°45'.
 22°20' — 70°45'.
 23°20' — 70°50'.
 23°35' — 70°25'.
 23°43' — 70°47'.
 28°54' — 75°59'.
 29°56' — 75°15'.
 29°56' — 74°28'.
 30°34' — 72° 2'.
 31°27' — 72°42'.
 33°29' — 72°14'.
 35°30' — 104°52'.

A 6 ou 7 milles au large d'Iquique.

Vagues sismiques.

- Toute la côte du Chili. 3
 Arica 4
 A 100 milles à droite et à gauche d'Arica.
 D'Iquique à Chañaral.
 D'Iquique à Pisagua.
 Cobija.
 Pisagua 2
 Antofagasta.
 De Copiapo à Caldera.
 De Coquimbo à Herradura.
 Concepción.
 Valparaiso. 4
 Buchupureu.
 Talcahuano.
 De Cobija aux îles Lobos.

LES ANDES MÉRIDIONALES SISMQUES.

Fréquences annuelles.

[illegible]

ANNÉES.	LOCALITÉS.									
	Arequipa.	Arica.	Tacna.	Tacna et Arica.	Copapo.	Coquimbo.	Santiago.	Santiago et Valparaiso.	Valparaiso.	Valdivia.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1836	33	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1837	22	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1838	30	»	»	»	»	»	14	»	»	»
1839	20	»	»	»	»	»	18	»	»	»
1840	18	»	»	»	»	»	11	»	»	»
1841	16	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1842	31	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1843	20	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1844	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1845	32	8	5	»	»	»	»	»	»	»
1846	»	»	10	»	»	»	»	»	»	»
1847	»	»	3	»	15	111	»	»	»	»
1848	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1849	»	»	»	»	»	62	17	»	»	»
1850	»	»	»	»	»	60	26	»	»	»
1851	»	»	»	»	»	27	80	5	28	»
1852	»	»	»	»	»	31	32	4	2	»
1853	»	»	»	»	»	33	32	»	»	»
1854	»	»	»	»	9	44	23	2	11	»
1855	»	»	»	»	8	»	23	2	8	»
1856	»	»	»	»	»	»	14	»	»	»
1857	»	»	»	»	»	»	10	»	1	3
1858	»	»	»	»	»	»	9	2	1	»
1859	»	»	»	»	115	»	4	2	5	3
1860	»	»	»	»	17	35	4	1	4	1
1861	»	»	»	»	»	»	8	»	6	1

ANNÉES.	LOCALITÉS.									
	Arequipa.	Arica.	Tacna.	Tacna et Arica.	Copapo.	Coquimbo.	Santiago.	Santiago et Valparaíso.	Valparaíso.	Valdivia.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1862	»	»	43	66	5	»	7	»	1	2
1863	»	»	»	32	6	»	4	13	1	»
1864	»	»	1	20	62	»	9	4	7	2
1865	»	»	»	16	31	»	17	2	1	1
1866	»	»	»	18	28	»	14	2	4	5
1867	»	»	»	15	36	»	18	2	»	2
1868	»	74	40	15	64	»	16	2	»	5
1869	»	»	»	»	45	»	30	»	1	6
1870	»	»	»	»	31	17	18	»	3	4
1871	»	»	»	»	45	7	12	4	19	3
1872	»	»	»	»	17	11	6	2	12	1
1873	»	»	»	»	23	»	11	12	79	1
1874	»	»	»	»	30	»	18	19	29	2
1875	»	»	»	»	16	14	10	6	24	»
1876	»	»	»	»	16	»	9	20	52	11
1877	»	»	»	»	55	»	11	7	37	2
1878	»	»	»	»	44	»	10	11	51	2
1879	»	»	»	»	53	»	25	10	12	»
1880	»	»	»	»	26	»	13	»	»	»
1881	»	»	»	»	19	»	7	»	»	»
1882	»	»	»	»	38	»	14	»	»	»

ANNÉES.	LOCALITÉS.									
	Arequipa.	Arica.	Tacna.	Tacna et Arica.	Copapo	Coquimbo.	Santiago.	Santiago et Valparaíso.	Valparaíso.	Valdivia.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1883	»	»	»	»	9	»	12	»	»	»
1884	»	»	»	»	46	»	15	6	31	»
1885	»	»	»	»	44	»	»	»	7	»
1886	»	»	»	»	43	»	»	1	27	»
1887	»	»	»	»	95	»	»	»	»	»
1888	»	»	»	»	56	»	»	»	»	»
1889	»	»	»	»	48	»	12	»	»	»
1890	»	»	»	»	28	»	7	»	»	»
1891	»	»	»	»	15*	»	»	»	»	»
1892	»	»	»	»	30	»	»	»	»	»
1893	»	»	»	»	15	»	»	»	»	»
1894	»	»	»	»	22	»	»	»	»	»
1895	»	»	»	»	19	»	»	»	»	»
1896	»	»	»	»	14	»	»	»	»	»
1897	»	»	»	»	23	»	»	»	»	»
1898	»	»	»	»	15	»	»	»	»	»
1899	»	»	»	»	26	»	»	»	»	»
1900	»	»	»	»	17	»	»	»	»	»
1901	»	»	»	»	10	»	»	»	»	»
1902	»	»	»	»	24	»	»	»	»	»

* 1891. Année incomplète quant aux observations.

Fréquences annuelles moyennes.

LOCALITÉS.	Nombre d'années d'observations.	Moyennes.	RÉGIONS.	Par région.
Arequipa	35	25	Région I.	25
Tacna	6	17	} Région II.	26
Tacna et Arica	7	26		
Copiapo	46	32	} Région IV.	70
Coquimbo	12	38		
Santiago	42	15	} Région V.	38
Santiago et Valparaiso	24	6		
Valparaiso	28	17		
Valdivia	19	3	Région VI.	3
Moyenne annuelle générale		162		

Liste des volcans (d'après Stübel).

I. — Groupe d'Arequipa.

- 201. Coropuno.
- 202. Solomani.
- 203. Charchani.
- 204. Misti (*).
- 205. Pichupichu.
- 206. Ubina (*).
- 207. Omate.

- 210. Chipicani.
- 211. Sajama.
- 212. Anallache.
- 213. Los dos Cerros de Pachachata.
- 214. Isluga.
- 215. Tata Yachura.
- 216. Lirima.
- 217. Tua.
- 218. Olca.
- 219. Mino.
- 220. Oyugua.
- 221. San Pedro.
- 222. San Pablo.

II. — Groupe de Tarapaca.

- 208. Huarahuara.
- 209. Quenuata.

Nota. — Le signe (*) indique les volcans qui ont eu des éruptions dans le courant du XIX^e siècle, d'après Stübel.

*III. — Groupe d'Antofagasta
et d'Atacama.*

- 223. Licancaur.
- 224. Colachi.
- 225. Lascar (*).
- 226. Socompa.
- 227. Llullaillaco.
- 228. Volcanes de Antafalla.
- 229. Carachapampa.

IV. — Groupe de Santiago.

- 230. Volcan de San-José.
- 231. Volcan de Maipo (*).
- 232. Tinguiririca.
- 233. Peteroa.
- 234. Descabezado chico.
- 235. Descabezado.
- 236. Volcan de las Yeguas.
- 237. Volcan de Cauquenes.
- 238. Volcan de Chillan (*).

V. — Groupe de Valdivia.

- 239. Antuco (*).

- 240. Copahue.
- 241. Collaqui.
- 242. Trelope.
- 243. Lanquimai.
- 244. Llaima.
- 245. Volcan de Villarica.
- 246. Logol (Quehupillan) (*).
- 247. Rinihue.
- 248. Chapelco.
- 249. Osorno.
- 250. Calbuco (*).
- 251. Yate.
- 252. Hornopiren.
- 253. Huequi.
- 254. Minchinmávida.
- 255. Corcorado.
- 256. Yanteles.

VI. — Territoires Magellaniques.

- 257. Volcan de Fitzroy.
- 258. Chalten.
- 259. Apaca.



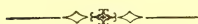
TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE	79
RÉGION I. — Arequipa et Moquegua	82
RÉGION II. — Arica, Tarapaca et Iquique.	83
RÉGION III. — Antofagasta	85
RÉGION IV. — Atacama, Copiapo et Coquimbo	86
RÉGION V. — Valparaiso, Santiago, Talcahuano et Concepción	87
RÉGION VI. — Valdivia, Puerto Montt et presqu'île de Taitao	89
RÉGION VII. — Territoires Magellaniques.	90
VIII. Le Pacifique Sud-Américain entre les 16 ^{me} et 56 ^{me} parallèles	91
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	91
TABLEAUX	96
Tableau des nombres de sismes connus par épicentres et régions.	96
— des tremblements sous-marins	98
— des tremblements de terre sentis aussi en mer	98
— des vagues sismiques.	98
— des fréquences annuelles	99
— des fréquences annuelles moyennes	103
Liste des volcans (d'après Stübel)	103

Voir planche I. — CARTE SISMIQUE DES ANDES MÉRIDIONALES.

Carte d'ensemble ($\frac{1}{10\,000\,000}$).

Détails de la cinquième région ($\frac{1}{2\,000\,000}$).



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

TEMPÉRATURE DES SOURCES

par **F. DIENERT** (1)

Chef du Service local de surveillance des sources de la ville de Paris.

PLANCHE II.

Parmi les nombreuses recherches que comporte l'étude d'une source figure l'examen journalier de la température. On observe souvent des variations très faibles de celle-ci (0°1 à 0°2), quelquefois même nulles, d'autres fois les écarts sont de 2° à 3° et même plus.

Ces différences observées pour différentes sources semblent indiquer dans l'espèce, pour le bassin d'alimentation de celles-ci, des conditions distinctes.

En effet, la pluie qui tombe sur le périmètre d'alimentation d'une source est, en partie, absorbée par le sol ; une autre partie ruisselle et vient se réunir au fond des thalwegs, formant un ravin ou contribuant à grossir les eaux du ruisseau existant déjà. Enfin une dernière portion est évaporée.

La partie absorbée par le sol est reprise, pour une certaine part, par les plantes qui, en transpirant, la rendent à l'atmosphère. Ce qui reste s'enfouit dans le sol et vient grossir la nappe. Pendant tout ce parcours, l'eau subit un contact intime avec les terrains, et comme, d'une part, sa masse est très faible par rapport à celle de la terre imbibée, d'autre part, la vitesse des molécules liquides est assez faible, l'eau prendra le degré géothermique des couches qu'elle traverse. Aussi, une source

(1) Mémoire présenté à la séance du 15 mars 1904.

dont les eaux n'ont pas d'autre origine aura, pour ces motifs, une température à peu près constante.

Les eaux de ruissellement ne sont pas toujours perdues pour la nappe souterraine. On sait que les ruisseaux auxquels elles ont donné naissance se perdent quelquefois dans le sol, puis viennent réapparaître aux sources. Ces eaux, au moment de leur perte, étaient à une température assez voisine de la température journalière moyenne de l'air atmosphérique, laquelle est variable quotidiennement. En outre, les expériences nombreuses faites tant avec la fluorescéine qu'avec le sel marin, etc., ont montré que, dans la généralité des cas, ces eaux restent très peu de temps dans le sous-sol. Elles n'ont donc pas le temps de subir un contact suffisamment prolongé avec la terre et de se mettre en équilibre géothermique avec elle.

Il résulte, dès l'instant, de ces considérations que, suivant les saisons, ces eaux de ruissellement seront plus chaudes ou plus froides que celles ayant séjourné un temps assez long dans le sol (eaux que nous désignerons sous le nom d'*eau de la nappe souterraine*). Aux sources, elles se trouveront mélangées avec ces dernières, qui, grâce à leur long séjour, posséderont une température à peu près constante, et les eaux perdues des ruisseaux seront la cause même des variations de plusieurs degrés constatées à certaines émergences.

Ces diverses considérations permettent de diviser l'eau qui ressort aux sources en deux parties : la première qui se compose d'eau ayant séjourné un temps assez long dans le sol (eau que nous désignons sous le nom d'*eau de la nappe souterraine*), ayant une température fixe ; la seconde provient des pertes d'eaux de rivières, plus ou moins chaudes suivant les saisons, qui mettent généralement un temps assez court pour reparaître à l'émergence, mais subissent un contact plus ou moins intime avec le sol selon que la circulation souterraine se fait soit à travers de petites diaclases, soit à travers de grosses fissures. La propagation de la chaleur à travers l'eau est assez lente, mais là où le contact du liquide avec le sol est très intime (comme c'est le cas pour de petites diaclases), les échanges de température sont beaucoup plus rapides. Ce sont ces eaux perdues qui sont, comme nous l'avons dit plus haut, la cause des variations plus ou moins grandes de température aux sources.

Quand une rivière se perd, les eaux ne reparaissent pas qu'à une seule source. Généralement elles ressortent à plusieurs émergences et il est utile de connaître la façon dont elles se partagent dans le sol. Supposons que, cette étude faite, nous connaissions la proportion de ces

eaux superficielles reçue par une source donnée. Soit a . Désignons par t la température de ces eaux au moment où elles ressortent à la source. Soient A et T le débit et la température de la source, b et t' le débit et la température des *eaux de la nappe*. A la source, par définition :

$$A = a + b. \quad (1)$$

D'autre part, la température de la source est la moyenne proportionnelle des températures des eaux qui l'alimentent, c'est-à-dire que

$$AT = at + bt'. \quad (2)$$

Des équations (1) et (2) on tire

$$t = \frac{A}{a}(T - t') + t'. \quad (3)$$

On pourra suivre pendant une certaine période les températures journalières θ de la rivière au moment où elle se perd et les comparer aux valeurs successives et journalières de t données par l'équation (3). S'il y a concordance sensible, on pourra être à peu près certain que la circulation souterraine se fait par de grosses diaclases qui n'assurent pas entre le sol et l'eau un contact suffisamment intime.

Si, au contraire, les écarts sont sensibles entre t et θ , il y aura lieu de présumer que les eaux souterraines parcourent de nombreuses petites fissures. Or nous espérons démontrer bientôt que, dans ces dernières conditions, l'épuration des eaux contaminées est plus facile. Il y a donc intérêt hygiénique à connaître ces diverses particularités.

Le présent mémoire a pour principal objet de fournir une méthode capable de donner la valeur de a de façon à calculer t au moyen de la formule (3), car, en effet, A est un élément facile à obtenir : c'est le débit de la source ; t' est la température moyenne de la nappe. On peut l'obtenir en prenant, à six mois d'intervalle, la température de tous les puits de la région alimentant la source situés dans le gisement géologique de celle-ci, et en prenant la moyenne des résultats obtenus.

T et t' sont des facteurs très faciles à obtenir au moyen du thermomètre ; l'élément le moins commode est a .

RECHERCHE DE LA VALEUR DE a AU MOYEN DU CHLORURE DE CALCIUM. —

Soit B le débit de l'eau perdue d'un ruisseau. Supposons qu'à l'endroit où il s'engouffre, on verse une quantité connue d'une substance soluble. On pourra rechercher celle-ci à la source et en connaître la proportion qui sort. Soit Q la quantité versée et q celle retrouvée à l'émergence.

Pour faciliter notre raisonnement, nous pourrions supposer que les molécules de la substance introduite font partie intégrante de l'eau absorbée par le béttoire. Par conséquent, le rapport $\frac{q}{Q}$ représentera la proportion des eaux qui viennent directement du béttoire à la source.

Comme le débit de la perte est B, il arrivera par seconde à l'émergence une quantité

$$a = B \frac{q}{Q}.$$

Tel est le moyen que nous avons employé pour obtenir a .

La substance à introduire dans le sol ne doit pas, par suite de réaction avec les substances contenues dans les terrains, être rendue insoluble.

La fluorescéine, dont l'emploi est si répandu, doit être éliminée dans ces études, car lorsqu'on opère dans les terrains calcaires, comme c'est ici notre cas, cette substance perd une partie de son pouvoir colorant.

Nous nous sommes adressé à une substance très commune, très soluble dans l'eau, le chlorure de calcium, incapable d'entrer en combinaison avec les éléments de l'eau ou du sol de façon à rendre insoluble le chlore qui est l'élément dosé. D'autre part, le dosage du chlore se fait très simplement au moyen du nitrate d'argent. Cependant, avant de commencer de telles expériences, nous nous sommes assuré que, en faisant circuler une solution de chlorure à travers la marne, on retrouvait à peu près à la sortie tout le chlore introduit.

Voici, comme exemple, le résultat d'une expérience préliminaire faite dans ce but : on remplit de marne concassée en petits morceaux un tube de 1 mètre de longueur et de 2 centimètres de diamètre, fermé à sa partie inférieure par un bouchon de caoutchouc, traversé par un tube de verre qui peut être fermé. On fait passer à travers cette marne, en dix-neuf heures, environ 500 centimètres cubes d'une solution de chlorure de calcium contenant 0^{gr}133 de chlore par litre.

Les liquides obtenus au bout de trois et de dix-neuf heures sont analysés et donnent 0^{gr}133 par litre, comme la solution primitive.

La même expérience faite avec une solution de sel marin contenant également 0^{gr}133 de chlore, a donné les résultats suivants :

Solution primitive : 0^{gr}133 par litre.

Liquide ayant passé à travers la marne au bout de 7 ¹ / ₂ h.	0 ^{gr} 126
— — — — 9 ¹ / ₂ h.	0 ^{gr} 133
— — — — 14 ¹ / ₂ h.	0 ^{gr} 136

La vitesse d'écoulement était la même pour le chlorure de calcium que pour le sel marin.

Ces deux expériences suffisent pour montrer que le carbonate de chaux ne retient pour ainsi dire pas de chlore.

De façon à saler le plus grand volume d'eau, nous avons versé le sel pendant le plus de temps qu'il nous a été possible.

Le chlorure de calcium était dissous préalablement dans l'eau (en faisant des solutions presque saturées à 50 %), et c'est la dissolution qui était versée uniformément pendant environ deux heures.

La source qui nous occupe, la source de l'Abîme, située à 2^{km}5 en amont de Dreux, émerge de la craie et constitue le type d'une source d'effondrement. Elle reçoit une partie des eaux de la rivière voisine, la Blaise, qui se perd en partie, à raison de 200 litres à la seconde, à 1 400 mètres en amont dans le bief du moulin de Volhard, à travers une série de petits bétoires très rapprochés, situés dans son lit, et sur une étendue de 50 mètres environ.

En dehors de cette perte, et sur l'étendue du périmètre d'alimentation de cette source, on ne connaît aucune autre contamination par un autre ruisseau. Nous sommes ici dans des conditions très rares; c'est pourquoi nos études ont été favorisées. La source de l'Abîme débite 92 litres environ à la seconde, et à côté se trouve une autre source, le Petit Abîme, dont le débit est d'environ 50 litres.

Plusieurs expériences ont été faites sur les bétoires qui sont la cause des pertes de la Blaise au moyen du chlorure de calcium. Le 27 octobre 1901, à 11 ¹/₂ heures du matin, on a introduit 54^{kg}200 de chlore à l'état de CaCl², et le soir du même jour, à 4 heures, 72^{kg}960 (*).

Aux sources de l'Abîme et du Petit Abîme, on fit des prises toutes les dix minutes. On mélangeait ensuite trois prises successives, de façon à constituer un échantillon moyen de l'eau sortie pendant la demi-heure écoulée, et on déterminait le titre en chlore. Les prises commencèrent avant l'apparition d'une augmentation de chlore. Elles furent continuées jusqu'au moment où les eaux reprirent leur titre primitif en sel marin.

Connaissant le débit, on pouvait ensuite connaître la quantité de sel sortie pendant cette période écoulée.

Il est ressorti au Petit Abîme 8^{kg}744 de chlore et au Grand Abîme

(*) On n'a pu jeter le matin tout le CaCl² qu'on désirait verser; c'est pourquoi on termina l'opération le soir, en versant ce qui restait du matin. Pour ne pas compliquer cette note, nous dirons que les résultats obtenus avec ces deux jets furent comparables.

22^h597, depuis le moment où l'excès de chlore est apparu jusqu'au moment où il a disparu complètement.

Le chlore apparut au Petit Abîme cinq heures après le commencement de l'expérience et seulement sept heures après au Grand Abîme. La dose maxima de chlore fut observée au bout de sept heures au Petit Abîme; après neuf heures, à l'Abîme. Au bout de vingt-quatre heures, l'excès de chlore avait disparu.

Comme

$$a = B \frac{q}{Q} \quad \text{et} \quad B = 200,$$

on a

$$\text{Petit Abîme } a = \frac{8.744}{107.160} \times 200 = 16 \text{ litres;}$$

$$\text{Abîme } a = \frac{22.397}{107.160} \times 200 = 42 \text{ litres.}$$

Pour cette dernière source $A = 92$ litres, on a

$$\frac{a}{A} = 0.46.$$

Le 14 novembre de la même année, la même expérience, faite sur un bétôire voisin de celui employé au mois d'octobre, a donné comme valeur a pour l'Abîme $0.60 A$ (*).

Nous prendrons pour a la valeur moyenne de ces deux expériences, c'est-à-dire $0.53 A$.

On peut, en utilisant les examens journaliers de la température de la source de l'Abîme et de la rivière la Blaise, confirmer les résultats obtenus au moyen du chlorure de calcium.

Nous donnons ci-joint (pl. II) le graphique qui représente les résultats obtenus du 1^{er} octobre 1902 au 25 septembre 1903, en prenant seulement la température tous les cinq jours. La première particularité qui saute aux yeux est la variation fréquente de la température et la relation entre celle-ci et la température de la rivière la Blaise.

Pendant les mois de novembre et de décembre 1903, on a pris quo-

(*) Nous avons dit plus haut que le lit de la Blaise était criblé de quelques petits bétôires sur 30 mètres environ. Désirant obtenir une valeur moyenne de a pour les divers bétôires, nous avons choisi les deux principaux pour faire ces expériences avec le chlorure de calcium. Nous aurions mieux aimé n'opérer que sur un gros bétôire unique; malheureusement, cette condition était impossible à réaliser ici.

tidienement ces températures à 2 heures de l'après-midi. En principe, on aurait dû chercher pour chaque jour la température moyenne des eaux de la rivière et des eaux de la source. Cette recherche nous était impossible; aussi la température trouvée à 2 heures de l'après-midi ne donne pas pour θ et T une valeur exacte. Nous avons pris, pour remédier à cette cause d'erreurs, la moyenne des températures trouvées pendant dix jours consécutifs. Les valeurs de T et θ obtenues sont ainsi plus rapprochées de la réalité, et il est évident que, par ce moyen, nous nivelons les erreurs faites.

Voici les résultats obtenus :

	Abime.	Blaise.
Du 5 novembre au 14 novembre.	$T = 10^{\circ}46$	$\theta = 8^{\circ}94$
15 — 24 —	$T_1 = 9^{\circ}88$	$\theta_1 = 7^{\circ}84$
25 — 4 décembre.	$T_2 = 9^{\circ}04$	$\theta_2 = 6^{\circ}18$
5 décembre au 14 —	$T_3 = 9^{\circ}44$	$\theta_3 = 6^{\circ}96$
15 — 24 —	$T_4 = 8^{\circ}56$	$\theta_4 = 5^{\circ}36$

Reprenons la formule (5) :

$$t = \frac{A}{a} (T - t') + t' \quad (*).$$

Pour une période suivante, on aura

$$t_1 = \frac{A}{a} (T_1 - t') + t'.$$

On tire, en éliminant t' entre ces deux équations,

$$\frac{a}{A} = \frac{T - T_1}{t - t_1}; \quad \dots \dots \dots (4)$$

de même

$$\frac{a}{A} = \frac{T_1 - T_2}{t_1 - t_2}, \text{ etc.}$$

De cette équation (4) on ne connaît pas $t - t_1$. Si, pendant le parcours souterrain qui est très court, comme nous l'avons vu, les échanges de température entre l'eau et le sol sont faibles, on doit avoir

$$t - t_1 = \theta - \theta_1 \quad t_1 - t_2 = \theta_1 - \theta_2 \quad t_2 - t_3 = \theta_2 - \theta_3 \quad t_3 - t_4 = \theta_3 - \theta_4.$$

(*) $\frac{A}{a}$ est constant ici parce que pendant toute cette période la rivière ayant un débit constant, les pertes et le débit de la source ne variaient pas.

Si cette hypothèse est exacte, on aura

$$\frac{a}{A} = \frac{T - T_1}{t - t_1} = \frac{T_1 - T_2}{t_1 - t_2} = \frac{T_1 - T_2}{\theta_1 - \theta_2},$$

d'où

$$t - t_1 = (\theta_1 - \theta_2) \frac{T - T_1}{T_1 - T_2} = 1.146;$$

on tirerait de même

$$t - t_1 = (\theta_2 - \theta_3) \frac{T - T_2}{T_2 - T_3} = 1.131.$$

Or on trouve que, d'après le tableau de la page précédente,

$$\theta - \theta_1 = 1.10 = t - t_1.$$

Par conséquent, notre hypothèse se vérifie très bien dans la limite des erreurs possibles, et l'eau de la Blaise reparait à la source de l'Abîme avec la température qu'elle avait lors de sa perte au Moulin de Volhard. L'équation (4) devient alors

$$\frac{a}{A} = \frac{T - T_1}{\theta - \theta_1} = 0.54,$$

valeur identique à celle 0.53 trouvée au moyen du chlorure de calcium.

Nous venons de la sorte, au moyen de la température, de vérifier notre méthode pour la détermination de a au moyen des chlorures.

Le rapport $\frac{a}{A}$ détermine presque la valeur d'une eau de source. Il y a beaucoup de chances pour que, dans le cas de $a = 0$, les eaux qui ressortent à la source aient subi une épuration quelconque qui est plus énergique qu'on le suppose, ainsi que nous le démontrerons prochainement.

Nous sommes donc actuellement en possession d'une méthode suffisamment précise pour étudier d'une façon rationnelle la température des sources.

Notre désir sera satisfait si, par cet exemple, nous avons réussi à montrer que l'étude de la température des sources soulève des problèmes intéressants, qu'il est facile d'aborder dans certains cas.

Pour terminer, nous remercions M. Besnard, conducteur des Ponts et Chaussées de Dreux, pour l'aide qu'il nous a fournie lors de ces recherches, en prenant à la source et sur la rivière les températures rapportées ci-dessus.

8 février 1904.

F. DIENERT.



SUR LA SIGNIFICATION MORPHOLOGIQUE

DES

COLLINES DES FLANDRES

PAR

J. CORNET (1)

§ 1. — Les circonstances dans lesquelles se sont développées les rivières dans la partie de notre pays qu'avait recouverte la transgression diestienne (2) se rapprochent beaucoup des conditions théoriques que l'on suppose ordinairement dans l'étude générale de ces phénomènes.

Sur une *plaine côtière* (3) absolument typique, inclinée vers une direction comprise entre N. et N.25°E., se développèrent régulièrement, à mesure du retrait de la mer pliocène, des cours d'eau *conséquents*, dont des tronçons importants se sont conservés jusqu'aujourd'hui (4).

On peut dire, *a priori*, qu'à mesure des progrès de l'érosion dans les vallées conséquentes primitives, des branches *subséquentes* sont venues, selon un mécanisme souvent décrit, se greffer sur les troncs de premier ordre.

(1) Communication faite à la séance du 17 mai 1904.

(2) Nous sommes d'avis que les sédiments diestiens se sont étendus beaucoup plus loin vers le Sud qu'on ne le croit généralement. On en retrouve des vestiges, sous forme de cailloux roulés de silex très caractéristiques, jusqu'au voisinage de la crête de l'Artois, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, etc. Nous considérons les cailloux de quartz notés *On x* sur la Carte géologique comme représentant ces galets de silex dans la partie Sud-orientale du pays.

(3) Nous donnons ici au terme *plaine côtière* le sens que lui attribuent les géographes américains (*coastal plain*).

(4) Les principaux sont : la *Lys*, l'*Escaut* jusque Condé, puis de Tournai à Gand, la *Dendre*, la *Senne*, la *Dyle*, la *Geete*, le haut *Démer*, sans compter les cours supérieurs de la *Waerdamme*, de l'*Yser*, de l'*Aa*, de la *Hem* et de la *Hames*.

Une grande partie des affluents de la Lys, de l'Escaut, de la Dendre, de la Senne, de la Dyle, etc., sont les descendants de ces rivières subséquentes nées dès l'origine de l'évolution du réseau. Malgré les modifications que les progrès de l'érosion ont apportées dans la topographie du pays et les phénomènes divers qui ont tendu à diversifier l'aspect primitif du drainage, celui-ci a conservé, en bien des régions et d'une façon frappante, ses caractères embryonnaires.

§ 2. — Nous ne pouvons songer à décrire ici tous les exemples de ces dispositions types que l'on peut trouver en parcourant le pays. Nous n'en produirons qu'un seul, pris pour ainsi dire au hasard, celui du bassin de la *Dendre* en amont d'Alost (fig. 1).

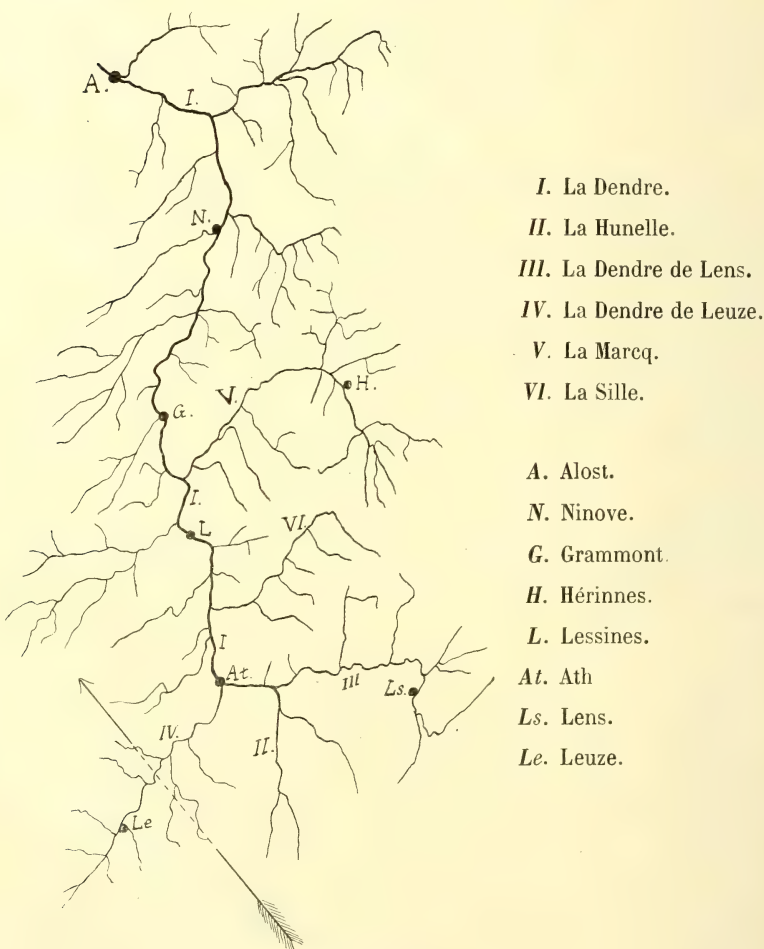


Fig. 1. — ESQUISSE DU BASSIN DE LA DENDRE EN AMONT D'ALOST.

La Dendre elle-même représentant un *tronc conséquent de premier ordre*, la plupart de ses affluents de droite et de gauche figurent très nettement des rivières *subséquentes*. Les deux rivières que l'on appelle la *Dendre orientale* (ou de Lens) et la *Dendre occidentale* (ou de Leuze), appartiennent à cette catégorie; le tronc conséquent qui continue la Dendre en amont d'Ath est la *Hunelle* (1).

§ 3. — L'examen de la figure 1 suscite plusieurs observations, qui s'appliquent d'ailleurs à presque toutes les régions du bassin hydrographique de l'Escaut (2) :

1° On remarquera, d'abord, l'asymétrie que présentent les bassins de la plupart des rivières subséquentes, par exemple la *Sille*, la *Marcq*. Cette asymétrie dans la répartition et la longueur des affluents, à droite et à gauche de ces cours d'eau, est en relation avec une inégalité dans la pente des parties Sud et Nord de leur bassin vers le thalweg subséquent.

Le versant méridional des bassins des rivières subséquentes est étendu et en pente douce vers le Nord; des ruisseaux assez longs, parallèles aux troncs conséquents de premier ordre (et que l'on peut appeler *troncs conséquents secondaires*), y coulent vers les rivières subséquentes.

Le versant septentrional, au contraire, est étroit, en pente notablement plus rapide; il porte des ruisseaux très courts coulant au Sud, c'est-à-dire à contre-pente par rapport à l'inclinaison générale des couches tertiaires.

Ces particularités s'expliquent aisément : la partie Sud du bassin des rivières subséquentes correspond au *plat* des assises tertiaires, lentement inclinées vers le Nord; la portion septentrionale de ce bassin présente, au contraire, la *tranche* de ces couches et les ruisseaux y sont, en quelque sorte, *anaclinaux*.

2° Quelques affluents méridionaux de rivières subséquentes différentes semblent être dans le prolongement l'un de l'autre, et la ligne qui passe de l'un à l'autre est parallèle aux troncs conséquents principaux.

Peut-être ces ruisseaux représentent-ils des rivières conséquentes primaires, morcelées par des captures opérées par les rivières subséquentes. C'est un sujet que nous n'examinerons pas à fond pour le moment.

(1) A laquelle aboutissait probablement l'Escaut supérieur, passant, à partir de Condé, par la cluse de Blaton et le tracé actuel du canal de Blaton à Ath.

(2) Et même celui de la Sambre-Meuse.

Le bassin de la *Lys* en amont de Deynze présente, surtout du côté oriental, des dispositions analogues. De l'autre côté de ce bassin, un cours d'eau conséquent secondaire a capturé le cours supérieur, subséquent, de la *Mandel*, et la menait naguère dans la *Lys* près de Gothem (1).

3° On remarque qu'une série de rivières subséquentes forment avec le tracé du tronc conséquent principal un angle aigu ouvert vers l'aval si elles s'y jettent par la rive droite, et un angle aigu ouvert vers l'amont si elles s'y jettent par la rive gauche. Exemples : la *Marcq* et la *Sille* d'une part, l'*Ancre* et la *Dendre de Leuze* d'autre part.

Cette disposition est très fréquente dans tout le bassin hydrographique de l'Escaut ; on peut même dire qu'elle est la plus générale.

Nous l'interprétons comme suit :

Les rivières conséquentes de premier ordre (*Lys*, *Escaut*, *Dendre*, *Senne*, *Dyle*, etc.) coulent vers le Nord-Nord-Est, en conformité avec la pente générale de la *plaine côtière* mise graduellement à découvert par le retrait de la mer diestienne.

Celles des rivières subséquentes qui sont perpendiculaires aux troncs conséquents primitifs sont les plus anciennes et sont nées sur la nappe pliocène aujourd'hui dénudée.

Cette nappe pliocène, qui a laissé des témoins au haut des collines flamandes, recouvrait un substratum de couches éocènes qui ne sont pas inclinées dans le même sens que le Diestien, mais dans une direction très voisine du Nord. Dès que, par suite de la marche de l'érosion, le terrain éocène s'est trouvé mis à nu, il a fait valoir les droits que lui donnait le sens de son inclinaison, au point de vue de l'orientation des affluents des troncs conséquents. Ainsi sont nés des cours d'eau subséquents, de direction sensiblement Est-Ouest, formant des angles obliques avec les rivières conséquentes.

Les rivières conséquentes de premier ordre, de même que leurs affluents perpendiculaires, nés sur une nappe inclinée vers le Nord-Nord-Est, sont, en quelque sorte, *surimposés* par rapport à l'Éocène, alors que les affluents obliques sont établis conformément à la pente de l'Éocène.

Ajoutons qu'en même temps que les rivières subséquentes obliques, il s'est développé, sous l'influence de la pente de l'Éocène, des cours d'eau conséquents secondaires coulant du Sud au Nord et affluents des

(1) A. RUTOT, *Les origines du Quaternaire de la Belgique*. (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., 1897, t. XI, *Mém.*, p. 61.)

rivières subséquentes. (Exemples : la *Marcq* supérieure; les affluents méridionaux de la *Marcq*).

§ 4. — Les conditions les plus favorables pour l'établissement d'un système subséquent régulier sont réalisées quand les couches, modérément inclinées, qui constituent la *plaine côtière* où s'allongent les rivières conséquentes, présentent des alternances d'assises inégalement cohérentes.

Les cours d'eau subséquents se créent des vallées monoclinales selon l'affleurement des couches les plus tendres. Ces vallées sont séparées par des massifs saillants (*cuestas* de W.-M. Davis) (1), offrant, vers le sens du pendage des couches, une pente douce correspondant à peu près au *plat* des assises et, vers l'amont du pendage, une pente raide correspondant à leur *tranche* et se présentant souvent comme un rempart escarpé.

La partie orientale du bassin de Paris offre des exemples typiques de cette disposition, devenus classiques depuis longtemps. En plusieurs régions, les massifs parallèles aux cours d'eau subséquents sont devenus, par le progrès de l'érosion, de véritables *crêtes* à versants dyssymétriques.

Les terrains du bassin des Flandres, constitués de sables et d'argiles, sont infiniment moins favorables que ceux du bassin de Paris au développement de ces saillies, si frappantes en Lorraine et en Champagne. L'érosion s'est faite chez nous avec beaucoup plus de rapidité et d'uniformité.

Cependant, en étudiant avec soin l'hydrographie et le relief du pays, il est possible d'y retrouver des restes encore reconnaissables, quoique très oblitérés, de *cuestas* qui ont dû autrefois être beaucoup plus nettes. Nous avons déjà, plus haut, fait remarquer la dyssymétrie qui existe dans l'inclinaison des deux versants du bassin des rivières subséquentes. Il résulte de là que les reliefs qui séparent ces cours d'eau présentent vers le Nord un versant en pente douce répondant au *plat* des couches, et vers le Sud un versant plus rapide correspondant à leur *tranche*.

Mais nous voudrions appeler l'attention sur un cas particulier très remarquable.

§ 5. — Examinons la Carte hypsométrique de la Belgique. Considérons d'abord l'extrémité Sud de la province de Flandre occidentale.

Nous y voyons un cours d'eau, la *Douve*, couler de l'Ouest à l'Est et se jeter dans la *Lys* à Warneton.

Marchons vers l'Est. A Mouscron naît un ruisseau, la *Grande*

(1) In *Proceed. of the Geol. Assoc.*, 1899, XVI, p. 75.

Espierres, qui coule à peu près vers l'Est et va rejoindre l'Escaut près du village du même nom.

A Escanaffles, l'Escaut reçoit la *Rhosnes*, venant de l'Est et continuée dans ce sens, à partir de Wattripont, par le *Ruisseau de Renaix*.

Au delà prend sa source le *Ruisseau d'Ancre* dont les eaux vont, vers l'Est, se jeter dans la Dendre, près de Lessines.

Un peu en aval de Lessines, la Dendre reçoit la *Marcq*, qui vient de l'Est depuis Hérinnes lez-Engnien et dont la direction est prolongée dans ce sens par plusieurs affluents.

Plus loin, la série que nous envisageons ici est continuée, d'une façon moins nette, par une succession d'affluents de la Senne et de la Dyle; mais il nous suffira, pour le moment, de nous arrêter à la Senne.

Tous les petits cours d'eau que nous venons de citer sont des affluents subséquents *obliques* de la Lys, de l'Escaut et de la Dendre.

Au delà de la Douve, par où nous avons commencé cette énumération, nous trouvons encore plusieurs ruisseaux Est-Ouest, affluents ou sous-affluents de la Lys française. Plus à l'Ouest encore, nous voyons le ruisseau *Peene Becque*, affluent subséquent du haut Yser.

§ 6. — Or nous constatons que, du Peene Becque à la Marcq, tous ces ruisseaux bordent au Sud le relief, allongé également de l'Ouest à l'Est, qui commence au *Mont Cassel* et vient se raccorder aux hauteurs du Sud de Bruxelles, formant le trait topographique le plus remarquable des Flandres.

Ce trait de notre hypsométrie est la série des *Collines des Flandres*, débutant au Mont Cassel (ou même au *Mont de Watten*, plus à l'Ouest) et venant aboutir aux hauteurs du Brabant, par le *Mont Kemmel*, les collines de Renaix, celles de Grammont, le *Mont de Castre*, etc.

En réalité, les collines des Flandres ne sont que les parties culminantes de ce relief, dont la disposition d'ensemble présente des caractères très intéressants, déjà très effacés sur la plus grande longueur du système, mais encore très nets en plusieurs régions. Par exemple dans les *collines* dites de *Renaix*, qui s'étendent sur une ligne exactement Est-Ouest depuis le Mont de Bois de Flobecq, à 8 kilomètres de la Dendre, jusqu'au Mont de l'Enclus, à 2 kilomètres de l'Escaut.

§ 7. — Des coupes menées du Sud au Nord à travers ces hauteurs, et notamment les sections qui passent par le Mont de l'Hotond, par le Musiekberg ou par le Pottelberg, montrent des pentes relativement douces vers le Nord, dans le sens de l'inclinaison des couches, et une

déclivité plus rapide vers le Sud, du côté du fossé subséquent qui longe le pied de l'escarpement.

Le système des collines de Renaix, dont les parties les plus élevées sont restées, comme à dessein, recouvertes de lambeaux de sables pliocènes, représentent, très clairement, un segment d'une crête taillée dans la *plaine côtière* primitive et mise en relief par le creusement des vallées conséquentes et subséquentes. Ce segment se présente comme une arête dyssymétrique déjà fortement démantelée par l'érosion, mais néanmoins encore bien caractérisée (fig. 2).

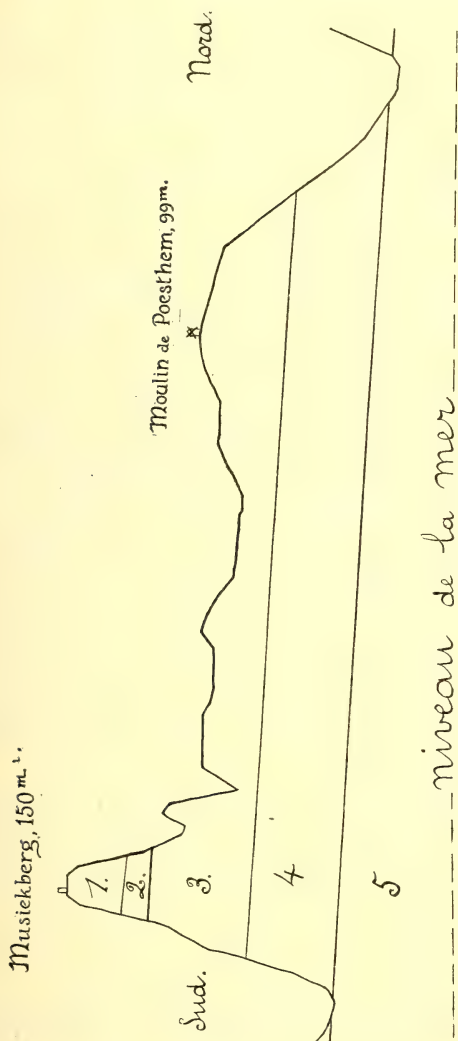


Fig. 2. — COUPE NORD-SUD PASSANT PAR LE MUSIEKBERG, PRÈS DE RENAIX.
(Hauteurs multipliées par 20.)

- 1. Étage diestien.
- 2. Étages asschien, ledien et laekenien.
- 3. Étage panisielien
- 4 Ypresien supérieur.
- 5. Ypresien inférieur.

L'érosion régressive opérée par les tributaires de l'Escaut a ménagé, entre le Pottelberg et Roosebeke lez-Audenarde, une crête élevée qui s'étend vers le Nord en s'abaissant entre des ruisseaux conséquents secondaires, affluents de l'Escaut (Zwalm supérieure, etc.). Au Sud, un prolongement analogue a été laissé en relief par l'érosion régressive des affluents subséquents de l'Escaut et de la Dendre et forme une crête qui se termine près de Frasnès lez-Buissenal et par où passe la ligne de partage des eaux Escaut-Dendre. Ces deux prolongements donnent à l'ensemble du système des collines de Renaix sa disposition cruciale caractéristique.

Les collines de la Flandre française et de la province belge de Flandre occidentale font partie d'un segment de *cuesta* beaucoup plus démantelé que celui de Renaix ; l'indépendance des parties culminantes y est beaucoup plus grande.

Entre la Lys et l'Escaut, il ne reste plus que des vestiges de la *cuesta* sous forme des hauteurs des environs de Belleghem, Sweveghem, etc., par où l'on a pu mener un canal.

§ 8. — Nous croyons avoir réussi dans ce qui précède à mettre en évidence la signification morphologique des collines des Flandres : ces collines sont les restes de la crête culminante d'une *cuesta* sculptée profondément par l'érosion (1).

Cette *cuesta* étant limitée par des cours d'eau subséquents obliques dont l'orientation est régie par le sens de l'inclinaison de l'Éocène (voir § 3, 3°), sa direction générale est celle de ces cours d'eau.

Ainsi s'explique, tout naturellement, l'orientation des collines flamandes sur une ligne presque exactement Est-Ouest, sans qu'il soit besoin, pour comprendre cette disposition *nécessaire*, de faire appel à des *causes profondes*.

§ 9. — C'est pourtant par des causes profondes qu'on expliquait autrefois cet alignement. Bien plus, c'est à des causes profondes, à des phénomènes d'éjaculation, que l'on attribuait l'origine des collines elles-mêmes.

Personne, aujourd'hui, en comparant les superpositions stratigraphiques que l'on peut observer dans les diverses collines des Flandres, n'hésite à voir dans ces mamelons des *témoins de dénudation*. Et cependant, cette notion si simple n'a été admise par l'unanimité des géologues qu'à une époque relativement récente.

(1) Ajoutons qu'il existe dans le pays beaucoup d'autres témoins analogues dont l'analyse, facile à faire, demanderait de trop longs développements pour prendre place ici.

D'Omalius d'Halloy, on le sait, a professé sur ces matières, depuis le début de sa longue carrière jusqu'à son dernier jour (1), des opinions qui nous remplissent aujourd'hui d'étonnement.

Pour d'Omalius, les roches sédimentaires, y compris nos argiles tertiaires et nos limons pleistocènes, ne proviennent qu'exceptionnellement de la désagrégation de roches préexistantes; la plupart sont constituées directement par des matériaux venus des entrailles de la terre par des cheminées et des fissures (2).

Quant à son opinion sur l'origine des collines des Flandres, la voici :

« ... Les sables de Diest forment le couronnement d'une chaîne de collines qui s'étend au milieu de plaines moins élevées. Or, pour supposer qu'ils aient été amenés dans cette position par des eaux superficielles, il faudrait admettre qu'il y a eu dans ces contrées une vaste nappe de nature analogue, qui a été dénudée et dont les collines actuelles ne sont plus que les témoins; mais, outre que nous ne pouvons concevoir une force de dénudation suffisante pour avoir enlevé, sauf deux petits massifs de collines, toute la partie de cette immense nappe qui se serait étendue du Pas-de-Calais à la Dyle, on doit, en supposant la possibilité d'une semblable action, se demander comment il se fait que cette immense masse de matière en mouvement n'ait plus laissé de trace de son passage. Si l'on suppose, au contraire que, à une époque où ces contrées étaient encore sous l'eau, il s'est formé entre Cassel et Diest une grande fente, sur plusieurs points de laquelle il est sorti des sables et des matières ferrugineuses, on sentira que ces matières ont dû prendre précisément la disposition que nous leur voyons.

» Si, d'un autre côté, nous comparons la direction générale de cette grande fente avec celle des systèmes de montagnes admis par M. Élie de Beaumont, nous verrons qu'elle est sensiblement la même que celle du Tatra (3). »

J.-C. Houzeau, dans son *Essai d'une géographie physique de la Belgique* (1854), décrit les collines des Flandres comme des *témoins de dénudation* (pp. 157, etc.), mais, chose qui paraît peu conciliable avec cette opinion, il partage la manière de voir de d'Omalius quant à l'origine « éruptive » des sables diestiens et quant à la signification de l'alignement Est-Ouest des collines.

(1) D'Omalius est mort en 1875.

(2) Voir notamment in *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1870, 2^e sér., t. XXVII, p. 546.

(3) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, 1842, p. 112. — *Abrégé de géologie*, 1862, 7^e édit. (Nous n'avons pas sous la main la 8^e édition, datant de 1868, mais nous croyons savoir que le passage cité plus haut s'y trouve également.)

« Il semble, dit Houzeau, qu'une crevasse... se soit ouverte depuis Saint-Omer jusqu'en Campine. On retrouve, en effet, dans cette direction, des dépôts de sables rougeâtres ou bruns, souvent mêlés de grès ferrugineux et connus sous le nom de *sables de Diest*. Tout annonce que ces sables ont été chassés du sein de la terre, à travers la crevasse béante et par un véritable procédé d'éjaculation. Ils sont montés, entraînés par des eaux ascendantes; arrivés à la surface du sol, ils se sont disposés en buttes sur les ouvertures. Mais comme la mer recouvrait probablement encore les lieux où ils ont fait leur apparition, ces buttes, formées sous l'eau, se sont aplaties et étalées; elles recouvrent les points d'éjaculation comme des chapeaux.

» On trouve ces sables sur la partie la plus élevée du Mont Cassel et du Kemmelberg, dont ils forment les couronnes. On les suit, par le sommet des collines, de Renaix à Grammont et par le dépôt de Groenendael dans la forêt de Soignes (1) jusqu'à la Montagne-de-Fer, près Louvain. A partir d'ici, ils acquièrent un plus grand développement, composent les mamelons du Hageland entre Louvain et Diest et se prolongent jusqu'en Campine (pp. 126-127). »

Plus loin, Houzeau voit des rapports entre l'alignement des collines flamandes et celui des massifs éruptifs de Hozémont, Quenast et Lessines : « L'alignement remarquable des éjections de porphyre se continue par la rangée de collines qui va de Lessines à Renaix pour se terminer par la haute butte du Mont-de-l'Enclus. Les éminences du Kemmelberg et de Cassel sont encore dans la même direction, mais le Mont de la Trinité, près de Tournay, se tient un peu en dehors de la ligne (p. 145). »

Si nous avons cru bon de rappeler ces opinions anciennes, c'est que ces théories de d'Omalus et de Houzeau sont, encore aujourd'hui, articles de foi pour beaucoup de personnes qui dissertent de la géographie physique de la Belgique.

(1) Ce « dépôt de Groenendael » est, comme on sait, de l'Éocène bruxellien.

ESSAI

D'UNE

CARTE TECTONIQUE DE LA BELGIQUE

PAR

Émile DELADRIER (1)

Docteur en sciences.

PLANCHE III.

Suess, dans son œuvre admirable : *Das Antlitz der Erde*, écrivait il y a quelques années, à propos des dislocations du sol : « Les vues nouvelles sur le rôle des mouvements généraux que toutes les roches subissent d'une manière également passive ne sont fixées que dans leurs grandes lignes. Il s'agit maintenant de préciser les détails des phénomènes par une minutieuse analyse et une comparaison attentive des cas particuliers : telle est la tâche qui s'offre aujourd'hui aux efforts des géologues. »

Et c'est pourquoi, à l'inspiration de M. le professeur Prinz et guidé par ses excellents conseils, nous avons commencé l'étude des dislocations de la région belge et espérons avoir jeté un peu de lumière sur la coordination des lignes de fractures et de glissements, ou du moins avoir ouvert la porte de la tribune où va se discuter la tectonique de la Belgique.

Lorsque, une à une, les cartes géologiques dressées par la Commission gouvernementale défilent sous les yeux, une chose frappe immédiatement l'observateur : c'est cette insistance qu'ont les lignes de direction des couches, rivières, etc., à prendre généralement une

(1) Communication faite à la séance du 19 avril 1904.

direction Est-Sud-Est à Ouest-Nord-Ouest ou Ouest-Sud-Ouest à Nord-Est.

Quant aux failles, — parmi lesquelles nous englobons provisoirement dia- et paraclases, filons, gîtes métallifères, etc., — elles suivent la même direction et se font recouper dans les deux sens indiqués. De telle façon que, si l'on prolonge hypothétiquement les lignes de failles, on obtient un champ de fracture à réseau géométrique dont les traces des parallélogrammes formés représentent les brisures tectoniques. Celles-ci sont conjuguées selon un faible angle rappelant le réseau de déformation des prismes de cire à mouler et des lames de glaces tordues de Daubrée et les autres expériences similaires des métallurgistes, que M. Prinz a reproduites de son côté.

Cherchons à suivre, dans ses grandes lignes, notre réseau sur les cartes de Belgique. Et qu'il soit permis d'abord de rendre hommage au zèle de la Commission géologique, qui a doté le pays d'une carte aussi détaillée et aussi élégamment claire.

Qu'on nous autorise également à signaler que certaines failles, cessant au bord même d'une feuille de la carte, ne trouvent pas de raccord ni de prolongement sur la feuille correspondante.

Évidemment, ce ne sont là qu'oublis, très compréhensibles d'ailleurs dans les levés d'une carte importante; faite à différentes époques et par différents géologues.

Nous aurions aussi aimé y voir figurer les anticlinaux et les synclinaux. Nous avons tracé sur notre carte les synclinaux qu'il nous a été loisible de relever, et, pour le Nord de la France, nous nous en sommes tenu aux axes indiqués sur la carte tectonique du bassin de la Seine par M. G.-F. Dollfus.

Qu'on nous permette encore de manifester une opinion générale sur les cartes géologiques.

N'est-il pas regrettable qu'à la frontière s'arrête généralement toute observation? Pour l'allure des couches, des terrains, des failles, etc., alors qu'il serait si simple de continuer les quelques indications sur le sol étranger, relevables le plus souvent sur les cartes du pays voisin, on préfère arrêter brusquement à la borne-frontière les renseignements cartographiques. Ne serait-il pas rationnel qu'en géologie comme en géographie, on conserve au territoire voisin ses détails généraux, afin de garder à l'ensemble une certaine continuité?

L'aspect général de notre carte (pl. III) montre à l'évidence que presque partout, les lignes recoupées dans un même sens concourent

à former un damier à angles à peu près identiques. La région au Sud de Philippeville (fig. 1 ci-dessous) est un morcelage type; de même Verriers et Lessines, où le réseau s'est complu à affecter les formes idéales.

Quant au restant du pays, il est visible que les accidents de terrain, les horsts, les différentes couches de résistances variables, ont été cause des déviations partielles de la direction de quelques lignes.

Malgré cela, on ne peut nier l'insistance des failles à se recouper sous un angle assez constant.

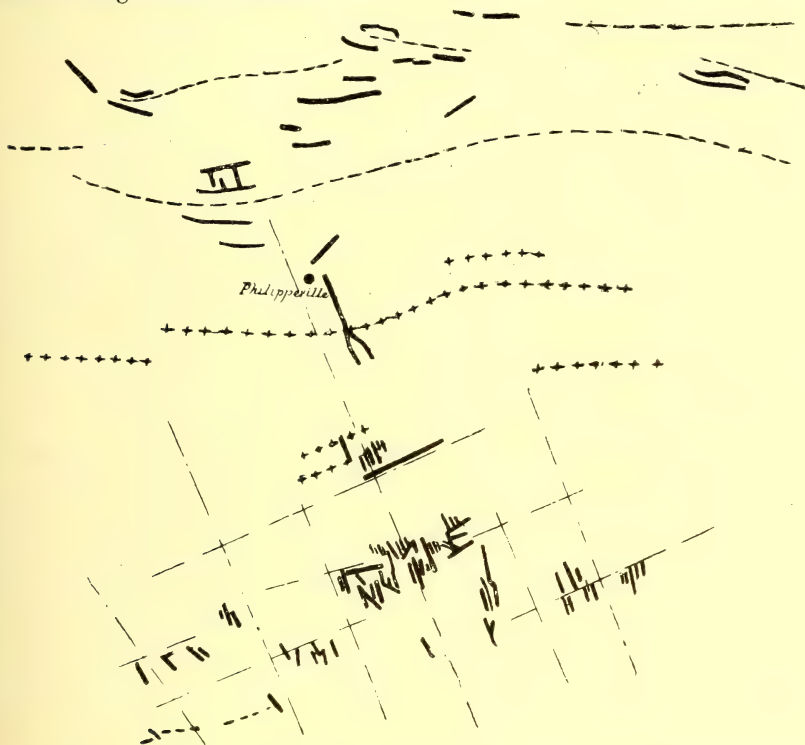


FIG. 1. — CARTE DES FAILLES ET FILONS DES ENVIRONS DE PHILIPPEVILLE.

Anticlinaux +++++. — Synclinaux -----.

Nous avons tracé sur notre carte (pl. III) les lignes tectoniques que nous offrait dans et à proximité de notre pays la carte tectonique du Sud-Ouest allemand, levée par C. Regelmanu. Leur allure est très significative, de même que les failles que nous avons relevées sur la « Carte du bassin houiller du Nord de la Belgique » de M. Paul Habets.

Quant aux lignes indiquées en pointillé, ce sont les failles dressées à la suite des sondages et des remarquables études de M. E. Harzé. Bien que n'étant pas encore dûment constatées, ni « officielles »,

dirons-nous, elles ont, sur beaucoup de points, quitté le champ des hypothèses, et il nous a paru difficile de passer sous silence les recherches de M. le Directeur général des Mines. Elles sont d'ailleurs également parlantes, ces failles réticulaires, et dans le vide béant qu'offrait notre carte dans la région Nord, elles viennent admirablement compléter le réseau belge.

Nous croyons inutile d'insister sur chaque faille en particulier : tantôt nous reparlerons incidemment de quelques-unes d'entre elles, mais il ne faut pas perdre de vue que le présent travail n'est qu'un simple essai. Il y a évidemment quantité de cassures qui n'ont pas été reportées sur la carte géologique gouvernementale, ni sur la nôtre. L'Ardenne spécialement est réellement hachurée, et il est peu probable que les failles qui courent, par exemple, de Namur à Liège et au delà, — pour ne parler que de celles-là, — soient si peu recoupées. Très probablement aussi les décrochements horizontaux sont-ils plus nombreux.

Le terrain ayant joué, — que l'on accepte l'hypothèse du réseau ou non, — il nous semble rationnel d'admettre que le pays doit avoir été déchiqueté en claveaux beaucoup plus nombreux que ceux qu'il nous est permis de constater facilement. C'est ce qui ressort déjà du beau travail de M. Fourmarier sur le prolongement de la faille eifélienne.

Nous voulons dire aussi un mot de l'allure très générale — hâtons-nous de le dire — de nos rivières. Pour la plupart d'entre elles, la même direction que celle des failles est manifeste. Loin de nous l'idée d'affirmer ici que chaque rivière s'est jetée, pour s'écouler, dans une cassure du terrain, où elle aurait ainsi trouvé un chemin tout tracé. Nul n'ignore pourtant que la plupart des régions montagneuses, tel le Jura, offrent de nombreux exemples de vallées provoquées par des failles. Selon nous, les crevasses ne sont qu'accidentellement la conséquence du travail érosif des eaux, et de ce que les reliefs du terrain aient été rasés par la dénudation marine, il ne s'ensuit pas que — bien qu'une faille béante fasse défaut — la rivière qui cherche sa direction ne trouvera pas le « défaut de la cuirasse », quelque faible qu'il soit, et ne sera pas tentée de suivre cette directrice.

On remarque, en effet, qu'en esquisant les lignes de fil d'eau de la Belgique, on arrive à un croquis à traits souvent parallèles, et nous pensons que, si l'on possédait la carte complète des cassures du pays, on pourrait la superposer à la première et l'on constaterait que les deux levés coïncideraient souvent. Il est évident qu'ensuite des nombreuses dénivellations suivies de dépôts auxquelles notre pays fut soumis dans le passé, bien des failles échappent actuellement à nos

investigations. Cependant, ainsi que l'a démontré Daubrée, le réseau des cassures terrestres a préparé les vallées de beaucoup de cours d'eau, et nous ne croyons pas que la Belgique hydrographique fasse exception, surtout lorsqu'on considère que « l'effet de décapement produit par les eaux qui ont été attirées dans les grandes cassures fait disparaître le dessin originel de ces cassures ».

Les coudes subits et imprévus qu'affectent si souvent nos vallées ne sont-ils pas incompatibles. d'ailleurs, avec cette force d'érosion qui, d'après tant de géologues, serait la cause des détours et des zigzags des rivières ?

Les failles ont plutôt frayé une voie à l'érosion, et comme le dit Daubrée, en une expression très imagée : « elles avaient ébauché, en désagrégeant les roches, la maquette du modelé actuel ».

D'Omalius avait déjà signalé le parallélisme de la Lys, de l'Escaut, la Dendre, la Senne, la Dyle, la Geete, et il avait cru que ces lignes pourraient être le résultat de fractures. On retrouvera ce trait caractéristique sur notre petite carte des directions générales des cours d'eau, ci-dessous :

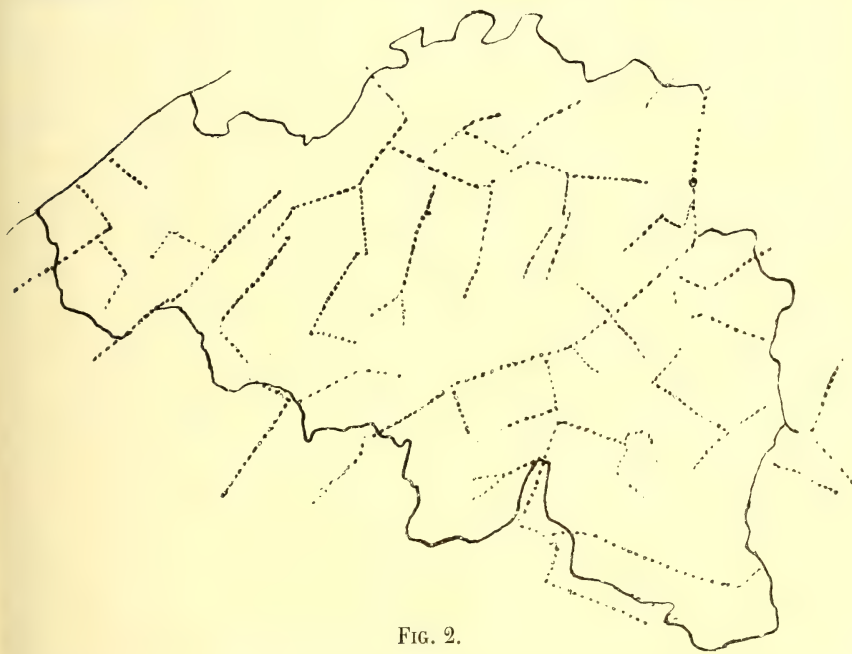


FIG. 2.

Dumont était d'un avis semblable dans son étude sur la Hesbaye, et récemment M. Rutot, dans son très important travail sur l'allure ancienne des rivières belges, montrait des croquis où les thalwegs

dessinaient des parallélogrammes. Cette disposition rappelle ce que l'on connaissait déjà par la carte de la Charente, de la Meurthe et Moselle, du Pays de Caux, du Pays de Bray, et des vallées de l'Aulne, de la Yères, de la Breste, de la Somme, de l'Authie, de la Canche, etc., pour ne parler que des cours d'eau par l'étude desquels Daubrée a montré le rôle des lithoclasses dans le tracé initial des vallées.

Mais laissons ces remarques pour en revenir à notre réseau. On nous dira peut-être que la direction presque horizontale que prennent en profondeur certaines failles de notre pays est un obstacle à sa compréhension rationnelle. Mais ce serait oublier l'ordre de succession des phases du phénomène qui a donné à nos terrains l'allure qu'ils ont aujourd'hui et qui a été si clairement reconnue par des géologues éminents, notamment Gosselet.

Une grande bande de terrain, comprenant surtout l'Ardenne jusqu'au Condroz et se poursuivant vers Châtelet et Mons, a été, durant le Primaire, plissée et refoulée vers le Nord. Qu'il y ait eu à ce moment, dans cette partie du pays, une chaîne considérable, cela paraît certain; pourtant il faudrait se garder d'exagérer; car, avec Rothpletz, on peut se demander ce que sont devenus les matériaux enlevés par une dénudation subséquente. Quoi qu'il en soit, l'effort du refoulement fut si accentué que des déchirures gigantesques se produisirent sous forme de failles, recoupant sous une incidence variable, souvent faible, les plissements déjà constitués (faille du Midi et autres). Cette compression eut encore pour conséquence ultime de gauchir et de fracturer l'ensemble de la portion d'écorce terrestre qu'elle affectait et de la briser en débris relativement réguliers, délimités par les failles reportées sur notre croquis. Puis, il y eut jeu des claveaux formés, les uns par rapport aux autres, et affaissement de toute la plaine nordique, ébranlant et entraînant même des lambeaux de massifs. L'Ardenne, avec toute cette partie du pays, est restée plus stable au milieu du jeu général qui faisait s'écrouler le Nord de la France, en contact avec le Horst ardennais.

De l'autre côté, le Brabant, institué en butoir, ainsi que l'a fait remarquer M. Simoens, aurait mis obstacle au prolongement du plissement venant du Sud-Ouest et du Sud-Est, et toute la bande de terrain se serait pressée contre ce horst, créant ainsi les plis intenses de cette région. Plus tard, la chaîne hercynienne aurait laissé mourir sa vague en larges ondulations dans le bassin campinois, laissant une zone de déversement concave, et ainsi que le dit Suess : « les bords externes des grandes chaînes de montagnes — en l'occurrence, les chaînes

varisques et armoricaines — sont toujours plus ou moins convexes par rapport au sens du mouvement tangentiel. Une concavité ou même un angle rentrant, dans une région de plis déversés en avant, ont toujours été considérés comme l'indice d'un rebroussement (*Schaarung*), c'est-à-dire de la rencontre de deux directions différentes de la force qui engendre le plissement. La zone de déversement de la Belgique est concave. Les descriptions données par Gosselet et la carte de Dewalque permettent de reconnaître facilement cette concavité. De Calais à Douai, la zone chevauchée affecte la direction E. 15° S. ; — entre Douai et Valenciennes, elle fait un coude brusque et présente de nombreuses irrégularités ; puis, à partir de Valenciennes, elle tourne d'abord vers l'Est-Nord-Est, et enfin, du côté d'Aix-la-Chapelle, vers le Nord-Est. La partie occidentale est donc plissée du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est, la partie orientale, au contraire, du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest et du Sud-Est au Nord-Ouest, et c'est entre Douai et Valenciennes que se fait le raccordement d'ailleurs ménagé par une courbe continue. Ainsi les bords externes de deux systèmes montagneux viennent se réunir dans la zone de déversement de la Belgique. »

C'est ainsi que se laisseraient interpréter, non seulement le peu de mobilité du Brabant et l'allure des couches campinoises, — pressentie par M. G. Lambert, — mais encore les coupes du bassin de Liège où la Meuse roule au sommet d'une faille presque verticale. Des deux côtés, la faille Saint-Gilles et la faille eifelienne semblent indiquer le glissement du sol dans des directions diverses. Dans le pays de Charleroi ainsi que dans le bassin de Mons, on observe encore les mêmes jeux de terrains.

Nous avons déjà insisté plus haut sur les irrégularités du réseau ; elles se comprennent, somme toute, fort bien si l'on songe à l'hétérogénéité des masses mises en mouvement et aux déviations des plis, marqués d'ailleurs plus au Sud par la disposition même des arcs armoricains et varisques dont nos Ardennes font partie.

La pression venait bien d'une façon générale du Sud, mais il paraît rationnel d'admettre que des composantes Sud-Ouest et Sud-Est ont aussi laissé des traces de leur action. Quant à l'effondrement nordique, déjà signalé par Gosselet, il trouve son point de départ dans le travail orogénique souterrain de la Méditerranée, qui s'est relevée depuis le Pliocène, inclinant la France vers le Nord, malgré l'attraction du bassin d'affaissement de l'Atlantique. Ce mouvement moderne, très remarquablement étudié par M. Van den Broeck, mettant un terme aux mouvements de bascule auxquels fut soumise la Belgique depuis le

Cambrien et que M. E. Dupont a représenté par un schéma significatif, se continue dans notre pays, qui s'incline vers la Hollande, laquelle est une région de tassements continuels, à cause même de son origine. Les forêts côtières immergées sont bien l'indice d'un lent affaissement. La mer du Nord, d'ailleurs, est un bassin d'effondrement et tout concourt à faire descendre le pays vers le Nord.

Il est évident que dans une telle région, certaines parties sont plus stables : de là des affaissements partiels plus prononcés, tel celui de l'Ardenne française et celui de la Lorraine, qui se heurtent contre notre Ardenne et son prolongement moins mobiles.

Bref, dans notre pays, où un affaissement simultané de la bordure vient faciliter d'une manière évidente le jeu des poussées horizontales, on doit rechercher les rapports de cause à effet entre ces deux catégories de mouvements. Le Nord-Nord-Est français, moins stable et s'écroulant aussi, l'Ardenne est donc restée en « horst », laissant toutefois s'échapper, en écailles, des lambeaux de terrains vers l'aire d'effondrement.

On retrouve par conséquent en petit, dans nos régions, le jeu d'affaissement de la Franconie et de la Souabe et peut-être le prolongement de ce mouvement, étudié par O. Fraas.

« La configuration actuelle du pays, dit Fraas, apparaît donc comme le résultat d'affaissements en gradins qui se sont produits entre la Forêt Noire et le Neckar. Par suite des affaissements, l'entablement des couches se brisa en mille pièces, qui s'inclinèrent simplement dans le sens où se trouvait la moindre résistance. »

La direction de pendage des failles qu'il nous a été loisible d'examiner en Belgique et le sens d'inclinaison des couches semblent affirmer ce mouvement vers le Nord. Nous regrettons l'absence d'indications générales de l'allure des couches sur la Carte géologique, qui nous auraient permis de discuter le problème. Mais un argument sérieux nous arrive, par l'étude et les recherches sur le nivellement de la France, du colonel Goulier.

Par la comparaison des altitudes des points de repère qui ont été les mêmes que ceux du nivellement de Bourdaloue en 1860, le colonel Goulier, vingt-quatre ans après, est arrivé à cette conclusion que la France s'était abaissée de 0^m78 vers le Nord : il y a là toute une vallée d'effondrement partant de Marseille pour arriver à Lille — points extrêmes relevés — et qui passe par Narbonne, Valence, Lyon, Dijon, Troyes, Châlons et Amiens. Peut-être, selon nous, l'axe d'enfoncement provenant du croisement des lignes de l'Artois et de l'Ardenne dont

parlait Gosselet et qui passe par Douai, Hazebrouck, etc., est-il le prolongement de cette vallée d'affaissement.

M. Van den Broeck a pu reconnaître une remarquable corrélation entre la forme de ce thalweg d'effondrement séculaire et la constitution géologique de la France, et surtout avec toutes les « prétendues irrégularités et les traits caractéristiques de la disposition des courbes qu'on a tracées le long et sur les côtés de cette vallée d'affaissement ».

Il est regrettable qu'il soit impossible pour le moment de prouver qu'en Belgique, où ce tassement vers le Nord semble se prolonger, l'allure des couches suit aussi ces poussées et ces affaissements. Il serait utile de chercher à rattacher peut-être à cet effondrement nordique, le tracé actuel du cours de la Meuse et de tant d'autres rivières qui se sont ouvert un chemin, facilité sans doute par des dislocations, dans les plateaux ardennais, et ce, suivant une direction où rien ne les attirait. Ce serait un beau problème à résoudre : en Amérique, on a pu montrer que le travail d'érosion marche de pair avec le soulèvement d'une région, de la même manière que l'affaissement des fonds océaniques est en concordance avec la sédimentation. Il y a là de quoi aviver l'activité de bien des géologues, avec l'espoir d'arriver à de très importantes conclusions.

D'autant plus que sur tout cela se greffe une question passionnante et relativement nouvelle : nous voulons parler de la relation entre le magnétisme et la géologie.

Lorsque M. Moureaux entreprit pour le Bureau central météorologique de France l'étude magnétique du Nord du bassin de Paris, il constata que la carte des isogones tracées de dix en dix minutes, c'est-à-dire à raison de six courbes distinctes correspondant à un degré de différence de déclinaison, était bien différente des anciennes cartes où les isogones étaient tracées de degré en degré.

Jadis ces cartes offraient des lignes régularisées traversant la France du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest. Les multiples observations de M. Moureaux lui montrèrent l'allure extrêmement sinueuse et les infléchissements tout à fait imprévus des isogones. Il remarqua bientôt que, pour une contrée, les différentes courbes dessinaient les mêmes coudes et qu'une déviation de l'allure générale des lignes était manifeste.

Déjà Naumann avait fait une constatation identique au Japon, où les isogones s'infléchissent brusquement à la « Fossa Magna », une lézarde gigantesque, obstruée par des accumulations éruptives.

Auparavant encore, Locke, à propos du trouble magnétique observé

aux palissades basaltiques de l'Hudson en 1846, et Kreil, en mesurant les diverses intensités magnétiques dans les Alpes (1849), étaient tous deux arrivés à la certitude qu'il existe une relation évidente entre les anomalies magnétiques et la structure de la croûte terrestre.

Depuis lors, les recherches des Anglais dans l'Inde, de Rucker et Thorpe en Écosse, ont prouvé que ces déviations n'étaient pas dues à la présence de massifs inconnus riches en minéraux magnétiques enfouis à de grandes profondeurs. L'absence de ces gîtes a été constatée sur la plupart des points étudiés, et d'ailleurs les déviations de l'aiguille ont une tout autre allure que dans les perturbations amenées par des amas métallifères. On en a donc conclu qu'il y a relation évidente entre les dislocations de l'écorce terrestre et les anomalies magnétiques. En effet, il est rationnel d'admettre que là où il y a cassure, c'est-à-dire changement de systèmes de masses minérales, les courants telluriques soient troublés et que l'aiguille aimantée indique la modification dans la conductibilité du terrain.

C'est ce qu'a confirmé l'étude des régions dont nous parlions tantôt, qui sont absolument fissurées. M. Moureaux a étendu ses recherches à tout le Nord de la France et est arrivé aux mêmes conclusions que les physiciens anglais. D'ailleurs, les « anomalies régulières » de la boussole sont beaucoup plus nombreuses qu'on ne l'avait cru, et ainsi que le dit M. de Lapparent dans son bel article sur le magnétisme et la géologie : « Les cassures qui trop souvent font le désespoir des géologues, incapables d'en poursuivre le tracé, soit sous la couverture végétale de la surface, soit sous des nappes trop épaisses de terrains superficiels, voilà que peut-être, grâce à l'aiguille aimantée, on sera en état non seulement de les suivre dans leurs interruptions, mais de les deviner là où rien d'extérieur n'en trahit l'existence. »

En Belgique, M. Niesten a commencé des recherches sur les éléments magnétiques en quelques localités du pays ; quoiqu'on n'ait publié jusqu'ici que la carte des isogones probables, dans un espace restreint comme l'est la Belgique, on voit toute l'importance qu'acquièrent les anomalies.

Comme le faisait remarquer M. Prinz dans ses considérations à propos de la carte magnétique, malgré le petit nombre de données qu'on possède, les inflexions des lignes isogonales se marquent dans le voisinage de la Meuse, là où commence la partie accidentée et ancienne du pays, où les dislocations se multiplient. Des observations préliminaires, faites aux environs de Liège par M. Dehalu, confirment l'existence de ces troubles dont la cartographie complète s'impose.

Et, en comprenant largement les choses, on verra ainsi plus nettement se dessiner une zone qui, partant du Sud de la France, se termine dans la région Valenciennes-Namur. Cette région, où nul raccordement ne se produit entre synclinaux et anticlinaux, marque la délimitation des efforts des arcs varisques et armoricains qui se rejoignent en cette dernière contrée. Ces efforts, selon nous, ont amené, par entraînement, la déviation partielle des claveaux probablement déjà formés au Sud du Hainaut, au Nord de Namur et de la province de Liège, région découpée par les failles dont l'allure rationnelle devrait être identique à celles du Nord du pays. Ainsi s'interpréterait peut-être aussi le cours de la Meuse, qui coule Sud-Nord pendant quelques kilomètres, et qui se trouve contrecarrée aux environs de Namur par la zone de jonction des arcs et par la Sambre qui épouse la direction de l'un d'eux. Peut-être n'y a-t-il donc pas lieu de rejeter définitivement l'ancienne hypothèse de de la Vallée, tendant à admettre une origine tectonique au cours du fleuve, bien entendu abstraction faite des méandres que Gosselet a démontré déterminés par l'allure des couches résistantes.

Il est donc de toute évidence qu'au double point de vue scientifique et pratique, ce phénomène de rapport entre magnétisme et géologie doit avoir une importance considérable. Quant à nous, — et ceci pour finir cette digression un peu longue, — nous espérons avoir bientôt une carte magnétique complète de la Belgique. Avec la carte tectonique qui s'enrichira de nouvelles lignes de dislocations, peut-être donc grâce à la boussole, on sera en possession des données nécessaires pour la vérification de la théorie de Naumann et de Moureaux.

N'oublions pas non plus — ainsi que l'a maintes fois rappelé M. Prinz — que ces deux cartes appellent nécessairement la carte sismique du pays, où la continuation des phénomènes tectoniques viendra enregistrer au fur et à mesure les sismes constatés.

Sans entrer dans les détails dont notre simple essai n'a pas la prétention d'appeler la discussion, nous prévoyons donc pour la Belgique cette tendance réticulaire. Elle n'est pas particulière à notre pays, ainsi qu'on peut le voir, dès à présent, par les études poursuivies dans les régions voisines. En observant les cartes du très remarquable et du très savant ouvrage du commandant Barré sur l'architecture du sol de la France, en étudiant les cartes si claires de M. Dollfus et les levés tectoniques des îles Britanniques, de l'Allemagne, du Luxembourg, de l'Alsace, de la Lorraine, des Vosges, on reconnaît qu'il y a en cette partie de l'Europe tout au moins une singulière coïncidence qui pousse les failles à se recouper sous le même angle.

Nous sommes même tenté d'aller plus loin et, en observant les cartes de Suess, de voir, sur la face de la terre, une orientation de plissements et de cassures, identique à celle de la Belgique, que ce soit en Bohême ou au Spitzberg, en Amérique ou en Écosse. Notre planète, soumise de par sa rotation à une pression sur les deux pôles qui tendent à se rapprocher du centre, et par une torsion ainsi que l'a démontré M. Prinz, qui trouve sa preuve dans la forme en S des continents, est, tout aussi bien que la sphère et le cylindre en argile plastique ou en métal dur, sous le joug du fatidique réseau.

... Et vraiment, la Terre est-elle donc clivable ?...

Laboratoire de Géologie de l'Université.
Bruxelles, avril 1904.



BIBLIOGRAPHIE.

- BARRÉ, O. — L'architecture du sol de la France, 1903.
- BERTRAND, M. — Revue générale des sciences pures et appliquées, 1894.
- DAUBRÉE, A. — Études synthétiques de géologie. Expériences. 1879.
- DE DORLODOT. — Mémoires de la Société scientifique de Bruxelles, 1898.
- DEHALU. — Déviations de la boussole aux environs de Liège (*Bull. Soc. belge d'Astron.*, 1903).
- DE LAPPARENT, A. — Magnétisme et Géologie (*Revue scientifique*, 1892).
- DOLLFUS, G. — Annales de Géographie, 1900.
- D'OMALIUS. — Géologie, 7^e édition.
- DUPONT, E. — Explication de la feuille de Dinant, 1883.
- DUPONT, E. — Schéma orogénique de la Belgique, 1892.
- GOSSELET. — L'Ardenne, 1888.
- FOURMARIER, P. — Continuation de la faille eifelienne (*Ann. Soc. Géol. Belgique*, 1903).
- HABETS, P. — Bassin houiller du Nord de la Belgique (*Revue des Mines*, 1903).
- HARZÉ, E. — Considérations géométriques sur le Nord de la Belgique (*Ann. Soc. Géol. Belgique*, 1903.)
- MOURLON, M. — Explication de la feuille de Dinant, 1883.
- PRINZ, W. — L'échelle réduite des expériences géologiques (*Revue Université*, 1897, et *Bull. Soc. belge d'Astron.*, 1899).
- PRINZ, W. — Esquisses sélénologiques (*Ciel et Terre*, 18^e et 20^e années).
- PRINZ, W. — A propos des éléments d'une carte magnétique en Belgique (*Ciel et Terre*, 21^e année).
- PRINZ, W. — La torsion des globes planétaires (*Annuaire Observ.*, 1891).
- REGELMANN, C. — Tektonische Karte Sudwestdeutschlands, 1898.
- ROTHPLETZ, A. — Geotektonische Probleme, 1894.
- RUTOT, A. — Les origines du Quaternaire de Belgique (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1897).
- SIMOENS, G. — La faille de Walcourt (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1900).
- SIMOENS, G. — Allure probable des couches dans le Nord de la Belgique (*Ibid.*, 1902).
- SIMOENS, G. — Sur le Houiller de Campine (*Ibid.*, 1903).
- Suess, Ed. — De la face de la Terre (traduction de Margerie), 1900.
- VAN DEN BROECK, E. — A propos du nivellement de la France (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1891).

Cartes consultées.

- Commission géologique gouvernementale, au 20 000^e (ancien service) et au 40 000^e (nouveau service).
- Coupes du Bassin de Charleroi (Ministère du Travail).
- Bassin de Liège (M. de Macar).
- Bassin houiller du Nord (E. Harzé et P. Habets).
- Cartes du Sud-Ouest allemand (Regelmann).
- Cartes de la grande faille (de Dorlodot).
- Cartes de la faille eifelienne (P. Fourmarier).
- Feuille de Bilsen rectifiée (Van den Broeck).



QUELQUES REMARQUES GÉNÉRALES

A PROPOS DE

L'ESSAI DE CARTE TECTONIQUE DE LA BELGIQUE

présenté par M. Deladrier (1)

PAR

W. PRINZ

PLANCHES IV ET V

Cette note a été lue dans la séance du 19 avril 1904; on y a intercalé, en petit texte, l'énumération des pièces présentées et des expériences faites, ainsi que les remarques ajoutées de vive voix.

Un maître en la géologie ardennaise, Gosselet, a rappelé à diverses reprises les difficultés qui se rencontrent dans l'interprétation du Primaire du pays. Il dit à ce sujet : « On a fait beaucoup d'hypothèses... on en fera peut-être beaucoup encore; mais lorsqu'on se trouve en présence des faits, les objections et les doutes surgissent de toute part. On se convainc de plus en plus de la véracité de ce que disait d'Omalius d'Halloy : les hypothèses sont le roman de la science. »

Cette citation, rappelée au début de la communication de quelques remarques générales sur l'architecture de certaines parties du sol belge, établira que, moins que personne, je perds de vue la témérité qu'il y aurait de trancher ces questions de façon définitive.

D'autre part, je ne voudrais pas atténuer par trop la portée de mes remarques et de mes expériences, ni m'en attribuer le mérite exclusif. Je crois donc utile aussi de remarquer de suite que si je développe une fois encore des idées que m'ont suggérées mes auteurs de prédilection, ce n'est nullement parce qu'elles me sont devenues si familières que je ne sache m'en séparer, mais bien parce que les progrès incessants de

(1) Communication faite à la séance du 19 avril 1904.

notre science ne montrent aucune incompatibilité avec ces « hypothèses ». Au contraire, j'ai la satisfaction de constater qu'ici comme en littérature, le « roman » n'est que l'image, parfois bien terne, des faits eux-mêmes. Grouper ceux-ci avec plus ou moins de sentiment et d'art est affaire de tempérament.

Quant aux expériences qui forment la base de ces raisonnements, et dont Daubrée fut, en géologie, le prudent initiateur, elles ont la même portée et la même valeur que les expériences relatives à n'importe quelle science. Elles ont été l'origine de progrès et ont jeté du jour sur plus d'un point douteux ; elles furent aussi l'objet d'interprétations erronées. Il importe simplement de ne pas en faire une application à outrance, ou de négliger, *a priori*, les enseignements apportés par d'autres modes d'investigation, dont le fondement reste l'étude sur le terrain.

Plusieurs d'entre nous se souviennent de l'opposition de certains esprits aux résultats des recherches micropétrographiques, contrastant avec l'enthousiasme qu'évoquaient chez les spécialistes les révélations qu'elles apportaient. Aujourd'hui, les exagérations sont nivelées, et personne ne sourit de ceux qui étudient « les montagnes au microscope ». Il en sera de même pour l'expérimentation, qui acquiert, du reste, de plus en plus, droit de cité.

En Belgique, on a su apprécier de suite la fécondité de ces alliances. Les travaux fondamentaux, tels que ceux de de la Vallée Poussin et Renard sur les roches du pays, restent les modèles qui doivent nous inspirer et nous tracer la véritable voie. Et puisque je rappelle le souvenir des deux regrettés savants, je dois y ajouter, non sans émotion, celui de J. De Windt, dont l'œuvre de début, évidemment inspirée par Renard, renferme en sa concision des indications qu'il importe de ne pas perdre de vue, notamment en ce qui concerne le métamorphisme.

Aujourd'hui, je ne m'y arrêterai pas, quoique la question ait été rattachée à celle des mouvements orogéniques que vise particulièrement ma communication, car le métamorphisme est connexe aux phénomènes de torsion, ainsi que le rappelle mon entrée en matière.

1. — C'est, en effet, à des efforts de cette nature que Lossen, partant des expériences de Daubrée, alors retentissantes, attribuait à la fois l'allure de la chaîne hercynienne, la disposition gauche de ses couches (en hélice de bateau, disait A. Six) et la transformation de ses roches. Avant d'examiner la première partie de cette hypothèse, qui, seule, nous occupera, reproduisons l'expérience fondamentale.

Torsion d'une lamé de verre de $100 \times 12 \times 0.8$ centimètres.

La lame éclate, conformément à ce que l'on sait, en faisceaux rayonnants qui partent de ses bords libres. Ces fractures se réalisent sous un angle relativement constant.

Étant données les conditions de l'essai et la soudaineté du résultat, il importe de voir s'il est judicieux de l'appliquer aux dislocations terrestres, dont l'étendue est proportionnellement colossale, et qui se sont faites successivement dans le temps.

La portée de cette restriction sera précisée par ce que dit Suess à propos de l'assimilation que Lossen faisait des cassures du Harz à celles des lames. « Les cassures du Harz, dont quelques-unes atteignent 14 kilomètres de longueur, se sont formées dans des conditions très différentes. Il n'existe pas dans la nature de parois libres, comme celles qui, dans la plaque de verre de Daubrée, déterminaient l'allure des fentes; en outre, et ceci est capital, tandis que Daubrée imprimait à ses lames une véritable torsion hélicoïde, dans le Harz, il s'est produit successivement deux mouvements, perpendiculaires l'un à l'autre, mais n'ayant en rien, à les considérer séparément, le caractère d'une torsion. »

L'illustre géologue remarque cependant qu'il existe « néanmoins une certaine analogie entre les filons rayonnants de Saint-Andreasberg et les faisceaux de cassures produits artificiellement par torsion ». Plus loin, il ajoute : « On peut, d'ores et déjà, reconnaître dans les faits observés à l'Est de la ligne de l'Acker [l'une des cassures principales] les indices d'une disposition hélicoïde, réalisée sur une grande échelle, et l'on peut d'ailleurs trouver, comme nous l'avons déjà dit, certaines analogies entre le rayonnement des filons et les faisceaux de cassures de Daubrée. »

Parler ainsi, c'est allier le langage de la prudence à celui de la sagacité. Il est évident que si l'on considère l'existence de bords libres, puis l'angle de torsion, parfois considérable, nécessaire à la rupture des lames d'expérience, il est difficile d'admettre que de semblables gauchissements aient affecté l'écorce. Le fait de retrouver de pareilles aires de broiement en de nombreuses régions du Globe, à telle enseigne qu'on peut dire qu'il en est littéralement couvert, rend la comparaison entre la lame et l'écorce terrestre encore plus douteuse.

2. — Avant de continuer, fixons ce dernier point en jetant un coup d'œil sur quelques documents précis, que j'ai copiés servilement en laissant de côté toute indication topographique ou géologique pouvant

distraindre l'attention, de manière à l'obtenir des croquis d'un caractère schématique, tout en conservant leur vérité aux observations.

Présentation de la copie, sur une feuille, de la carte tectonique de l'Allemagne du Sud-Ouest, par Regelman; coupe de la vallée du Rhin de Lepsius. Une réduction du premier document est joint pl. IV. Suivant le bulletin de souscription accompagnant la carte, qui parut en 1898, elle fut tracée en vue de repérer et de discuter les tremblements de terre qui affectent la contrée, afin de reconnaître jusqu'à quel point on peut fixer le jeu des divers carreaux de ce gigantesque damier. En outre, dit cette pièce, la géologie a non seulement un intérêt scientifique, mais encore un éminent intérêt pratique à connaître la structure du terrain de tout le Sud-Ouest de l'Allemagne. Ces considérations s'appliquent *a fortiori* à la Belgique, où les industries utilisant les richesses du sous-sol sont si nombreuses.

Voici la carte tectonique de la région rhénane, qui nous intéresse particulièrement, associée à l'excellente carte de Dewalque (1903), toutes deux à la même échelle.

Nous y voyons l'étonnant champ de fractures s'étendant de la Lorraine, vers l'Est, jusqu'à Nürnberg, donc sur une surface d'environ 400 kilomètres en longitude et en latitude. Il est formé de failles, de fossés, de murailles, croisés sous des angles constants, dirigés Sud-Ouest-Nord-Est et Sud-Est-Nord-Ouest. Ces accidents forment ce réseau régulier qui frappait déjà les géologues de la première moitié du siècle passé, et il a été le point de départ de bien des spéculations. On peut le poursuivre, avec les cartes spéciales et les descriptions de Suess, bien au delà de ce territoire, jusqu'en Bohême, où il s'annonce par l'énorme lézarde du Pfälz et autres accidents analogues. En France, on le retrouve par les travaux de Michel-Lévy, Vélain, Daubrée, Marcel Bertrand, Barré et autres. En Espagne, il a été vu par Mac Pherson. En Angleterre, son étude est aussi liée aux débuts de notre science, car il est facile à suivre sur tout le pays, comme Avebury le rappelait récemment; je me borne ici à en montrer une partie par la copie levée sur la carte officielle entre Preston et Halifax.

Présentation de la copie de la carte des failles du Houiller de la région entre Preston, Manchester et Halifax, levée par MM. Hull, Ramsay, Tiddeman, De Rance, Dakyns, Ward, Strangways, Bristow, Green et Russel. Une réduction est donnée dans les deux figures ci-après. On se fera une idée du morcellement de la région, si l'on considère que chacun de ces croquis cartographiques représente un carré d'une quarantaine de kilomètres de côté. L'échelle est de 1 millimètre pour 400 mètres environ.

Plus au Nord, un débris morcelé reste comme témoin de l'extension antérieure de ce champ de fractures : c'est l'Islande, dont j'ai déjà parlé

à propos de la belle carte de Thoroddsen. On peut y rattacher le Groenland et la Scandinavie.

Finalement, si nous arrivons au croquis tectonique de M. Deladrier, nous y reconnaitrons que la même structure doit couvrir la Belgique, quoiqu'il s'en soit tenu strictement aux renseignements facilement accessibles. L'étude qu'il en a faite permet de prévoir que des recherches ultérieures ne feront que la rendre plus évidente.

5. — Pour s'expliquer le phénomène sous cette forme et avec pareille ampleur, il faut s'inspirer d'une autre expérience dont l'origine peut être suivie assez loin dans la littérature, mais que Daubrée a le premier introduite en géologie en lui donnant une forme expressive.

Elle consiste dans la compression *de solides* de matières relativement plastiques. Reproduisons-la également en petit, en la débarrassant de tout luxe dans le dispositif expérimental.

Déformation à la main de cylindres d'argile; compression; traction et ploiement.

Dans ces nouvelles conditions, on constate qu'un réseau à mailles en losange se développe sur toutes les pièces. On sait que le résultat est analogue (avec des variantes) pour toutes les matières et pour tous les solides. Des spécialistes, tels que M. Hartmann, ont obtenu des effets semblables sur des sphères métalliques; il se développe alors un réseau loxodromique, que l'on peut rapprocher de celui déjà entrevu pour la Terre par Humboldt.

Le réseau se crée donc aussi sans bord libre, c'est sur la *surface libre* qu'il apparaît, pour se propager en profondeur. En même temps, des décrochements horizontaux se produisent, des claveaux se déplacent; en outre, la matière est devenue clivable dans les directions réticulaires.

Maintenant le dispositif expérimental suit la nature de près; aussi les concordances s'étendent-elles jusqu'aux détails. C'est ainsi qu'on retrouve aussi bien sur la majorité des pièces d'expériences soignées, que sur les cartes filonniennes précises, les alternances dans les directions principales marquant l'ordre de succession des brisures. Dans les deux cas aussi, les défauts d'homogénéité amènent la déviation des crevassements; pourtant, même alors, on constate parfois que les directions aberrantes sont constituées d'éléments plus petits, ayant conservé l'orientation générale. La vallée du Rhin en offre des exemples. Il paraît y avoir des cas similaires dans les fossés de l'Est africain.



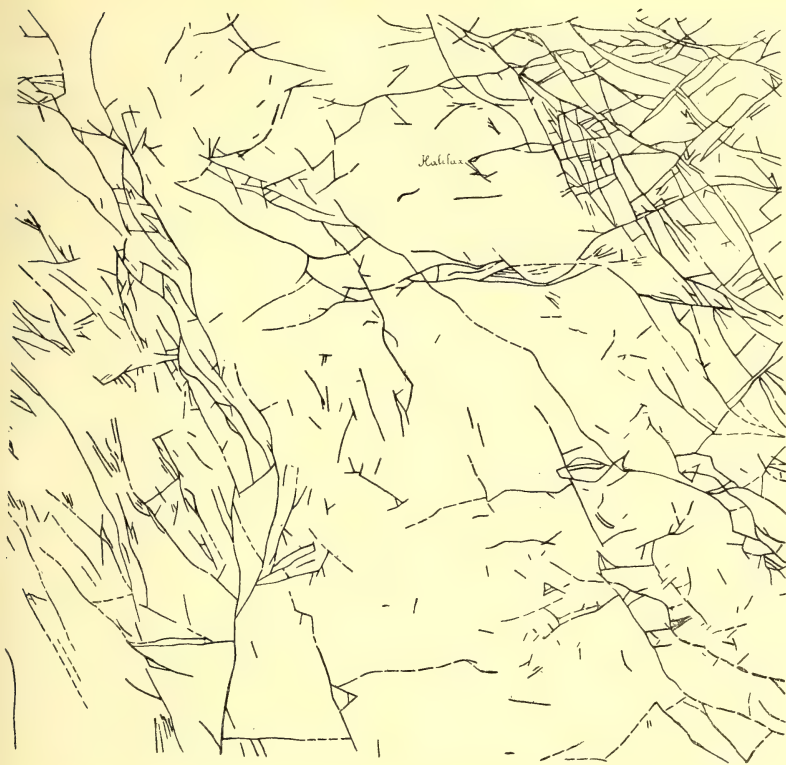
CARTE DES FAILLES DU HOULLIER, ENTRE PRESTON, HALIFAX ET MANCHESTER.

Échelle : 1 millimètre pour 400 mètres environ.

Un coup d'œil sur la carte (pl. IV) montre qu'on ne peut attribuer une direction N.-S. à la vallée du Rhin que d'une façon très générale. Le système de cassures ayant cette direction, que l'on signale souvent, est très peu développé; il s'agit plutôt d'un crevassement dévié, comme ceux que l'on réalise dans les expériences.

Relativement à l'âge différent des cassures terrestres, qu'on pourrait objecter aux résultats expérimentaux, notons que les mailles du réseau naissent en plusieurs temps; les alternances précitées l'indiquent. Même pour la lame de glace, j'ai établi que certaines cassures se développent avant d'autres, qui les croisent, malgré l'apparente simultanéité de leur apparition.

Appliquant ces résultats positifs à la Belgique, je dirai que le pays ayant été, à diverses reprises, soumis à des efforts de pression générale Sud-Nord, doit être traversé par des cassures diagonales formant réseau, beaucoup plus nombreuses que celles qu'indique le croquis cartographique de M. Deladrier, mais qu'il laisse deviner. Il est à



CARTE DES FAILLES DU HOUILLER, ENTRE PRESTON, HALIFAX ET MANCHESTER.

Elle fait latéralement suite à la précédente; même échelle.

craindre que les lacunes ne soient difficiles à combler pour la partie basse du pays. Cependant, il serait peut-être possible de repérer certaines failles en notant les glissements, parfois très nets, qu'on observe dans les coupes des dépôts récents, de la même façon qu'on juge de l'appareil profond d'un pavement par la disposition des fissures qui se propagent sur l'enduit uniforme dont il est recouvert.

En somme, il se produit sur des pays entiers, et pour une même cause initiale, une fissuration analogue à celle qui débite en parallélipèdes réguliers les roches formant leur soubassement. Les joints des schistes et des quartzites du Brabant, les énormes diaclases de la porphyrite de Quenast, autrefois attribuées à des phénomènes de retrait, sont des exemples à citer. Certains géologues, en Amérique notamment, ont cartographié ces joints sur de grands espaces. Semblable travail peut devenir le point de départ de recherches sur la direction des pressions dont ces structures sont la conséquence.

Échantillons divers; cartes de M. Shaler, de M. Hobbs, représentant des territoires fracturés de l'Amérique du Nord. Dumont a noté dans ses mémoires un certain nombre de joints des roches du pays. La géologie d'alignements, qui florissait à son époque, lui a probablement dicté le passage où il constate que les roches pluto-niennes du Brabant forment entre elles des directions paraissant être des multiples simples de 6°5 et qu'elles « concordent avec des lignes de fracture ou des directions de roches bien déterminées ». Cependant il pense « qu'il doit être bien difficile de constater tous ces mouvements et de déterminer l'effet produit par chacun d'eux ». Cela ne sera possible, en effet, qu'en accordant une attention soutenue à la cartographie tectonique de la région.

4. — Les brisures du sol sont, en général, associées à d'autres accidents qui les ont souvent précédées. En Belgique, elles contribuent à donner à une partie du pays son allure accidentée. Ce sont les plissements, dépendant des rides de la chaîne hercynienne, dont M. Deladrier rappelle, sur sa carte, la disposition générale, ainsi que les directions de poussées, qui viennent, pour les branches varisques, du Sud-Est, et pour les branches armoricaines du Sud-Ouest environ. Au Nord de la jonction des deux systèmes d'arcs est la zone du Brabant, qui correspond, dit Suess, « à l'avant-pays, qui précède la région des chevauchements, le long des deux ailes du rebroussement »; elle forme pour certains de nos collègues, M. Simoens notamment, un « horst » amenant la courbure concave vers le Nord de la zone plissée. Gosselet envisage déjà cette probabilité dans l'œuvre qu'il a consacrée à l'Ardenne.

M'appuyant sur des expériences d'une troisième forme, — pression et torsion diversement combinées, — réalisées en 1891, je me représente les choses avec quelques détails différents. Ne disposant aujourd'hui ni du temps, ni des moyens nécessaires à l'exécution de ces essais, je me borne à en présenter quelques photographies.

Cédant à l'aimable injonction de notre vice-président M. Kemna, je joins trois de ces photographies, en me bornant pour le moment à y ajouter les explications indispensables, me réservant de publier les autres par la suite. (Voir pl. V.)

Par ces expériences nouvelles, nous rencontrons la seconde objection de Suess, car la torsion se fait surtout sentir sur la *surface libre*, tangentielllement en quelque sorte; elle se complique de la pression, qui imprime sur l'ensemble le réseau précédemment décrit. Laissons donc ce dernier de côté, après avoir observé cependant, sur les photographies, que certaines fractures étendues forment avec une fissure voisine un angle très aigu, analogue à ceux qu'on retrouve sur les lames tordues et sur les cartes des districts miniers.

Les plis, eux, se suivent obliquement en traînées onduleuses, géné-

ralement parallèles sur toute la pièce, et, lorsque la matière est relativement cassante, de nombreuses crevasses profondes, plus ou moins déviées, les recoupent et parfois en rejettent des parties. Dans une masse plus plastique, l'inverse a plutôt lieu ; en outre, les plis forment alors des ondulations très marquées, formées de petits chaînons obliques qui se relaient assez régulièrement sur la courbe d'ensemble de l'ondulation, laissant entre eux autant de petits bassins fusiformes. Les gros plis, qui passent souvent aux chevauchements, contournent des espaces presque en losange, aux angles arrondis ou étirés, « en œil », de véritables horsts. Pourtant, ces sortes de réserves se plissent légèrement, se fracturent un peu, ou montrent une tendance aux chevauchements, quoique, d'une façon générale, l'écoulement des plis, si cette figure m'est permise, les contourne, comme s'il s'agissait d'un obstacle rigide.

C'est une manifestation particulière de la structure fluidale.

Des corps étrangers de petite dimension relative et de même dureté que la matière enrobante, suffisent pour provoquer la structure fluidale. Même une « réserve » circulaire, créée dans une matière plastique par la simple impression d'un tranchant cylindrique, ne participe plus au plissement du reste de la surface lors de la compression ; elle se limite par un œil, comme un corps étranger. Les analogues géologiques seraient les revêtements schisteux des amas coralliaires interprétés dans ce sens par M. Dupont, par une phrase dont la précision rappelle de suite certaines particularités expérimentales (*Bull.* 1892, p. 212). Dans un autre ordre d'idées, citons la structure en gigantesques lentilles elliptiques reconnue dans les Alpes par Marcel Bertrand, où des montagnes entières se trouvent pincées au milieu de plis, comme les cristaux au milieu des feuillets micacés d'un gneiss, suivant la comparaison de l'auteur.

La forme d'essai qui nous occupe nous confirme aussi que les forces orientant les plis sont très locales et dépendent de composantes modifiées de bien des manières.

Un même effort général, de faible gauchissement et de pression énergétique venant du Sud, pourra aussi bien donner des arcs plissés concaves vers le Nord que vers le Sud, comme le montrent les expériences (pl. V, fig. 2). La théorie établit de son côté que cet effort donnera naissance à deux composantes analogues à celles qui figurent sur la carte de M. Deladrier et probablement à celles que Suess constate dans le Harz.

5. — Je suis donc tenté de dire, à propos de l'ensemble de la partie de l'Europe que nous considérons plus spécialement, que j'y vois deux grandes chaînes, inversement incurvées, convergeant vers l'Ouest : la chaîne calédonienne dans son ensemble, et la chaîne hercynienne

dans son ensemble. Un fragment d'écorce émergé marque leur réunion, suivant Suess : c'est l'Irlande.

Entre les deux, une réserve, un « œil », dont le Brabant fait partie, se trouve délimité dès le début et il a dû subir, jusque dans le Secondaire, les poussées venant du Sud. Il s'est gauchi, brisé et effondré en partie. Les roches qui le constituent au Sud de Bruxelles présentent les traces d'une énergique compression, sans en excepter les roches dites éruptives (Quenast entre autres). Il est même possible que certaines de celles-ci, plus homogènes, plus résistantes, aient été déplacées en bloc vers le haut.

L'avenir, qu'on peut espérer fécond, tant pour la science que pour l'industrie, montrera l'étendue et l'allure de ces déformations dans le Nord du pays.

La disposition des rides et des bassins, telle qu'on peut la suivre sur l'œuvre imposante que le Service de la Carte géologique a pour ainsi dire terminée, rappelle de très près, me semble-t-il, les dispositions des plissements expérimentaux. Certaines différences, telles que la minime quantité de cisaillements recoupant les ondulations, sont vraisemblablement amenées par les difficultés d'observation plutôt que par une absence réelle, peu compatible avec la nature relativement résistante du terrain.

Pour cette dernière raison aussi, les ondulations devaient être nombreuses et peu élevées; c'est encore un point de contact avec les vues exprimées par deux géologues faisant autorité en la matière, MM. Gosselet et Dupont.

Il est exagéré, étant donnée l'allure des plissements du Primaire, d'entasser Pélion sur Ossa pour faire de l'Ardenne une rivale des Alpes.

6. — Les mouvements généraux cités tout à l'heure, à propos du champ de fractures de l'Europe centrale, les plissements qu'on y constate partout, notamment dans la région ardennaise, supposent au Globe une véritable plasticité, quelle que soit la conception théorique que ce terme suggère. Elle est attestée par la direction même des plis, qui peuvent dévier jusqu'à décrire des courbes en S, accompagnées de décrochements répétés; ce sont les sigmoïdes de Suess, dont il cite entre autres un exemple important pour nous, entre Aix et Dusseldorf. N'y aurait-il pas un accident analogue entre Namur et Givet, qui accompagnerait les dislocations que M. Deladrier entrevoit, facilitant le cours de la Meuse vers le Nord?

Je crois devoir rappeler, eu égard aux observations que M. de Lapparent a présentées aux théories de Stübel, propagées par moi, que cette plasticité reste évidente, jusqu'aux âges récents, pour les parties superficielles de l'écorce, où elle devait surtout se manifester.

En grande profondeur, les déplacements corticaux doivent être d'autre nature et se rapprocher de ceux qui dépendent de la plasticité proprement dite. Ils ne sauraient correspondre à la coupe théorique de notre éminent confrère. Je regrette que son schéma ne me séduise pas, même transporté dans l'Archéen; je ne puis me faire à l'idée de « remplis » intéressant l'épaisseur entière de l'enveloppe terrestre.

Qu'il me soit permis de rencontrer plus complètement encore les remarques de M. de Lapparent et d'exprimer mon étonnement de lui voir considérer comme un « amusement » le dessin, exécuté par M. Stübel, d'une écorce où la partie connue est de si minime importance, relativement à la carapace hypothétique.

Mais c'était bien pour montrer cette minime importance que le savant volcanologue l'a tracé ainsi; le symbole me paraît évident!

« Nous ne connaissons rien en dessous de l'Archéen... », dit M. de Lapparent. Nous sommes malheureusement d'accord sur ce point; tout au moins est-il admissible qu'on rafraîchisse les dessins qui donnent un corps aux hypothèses qu'on fait sur le substratum de cet Archéen. — Je me félicite d'y avoir contribué.

7. — Toutefois, nous ne devons pas nous en tenir là. M. de Lapparent, avec sa haute compétence et son talent partout admiré, vient tout récemment encore de nous y inviter en insistant devant l'Académie de Paris sur l'importance des mesures pendulaires au point de vue de l'étude des parties profondes du Globe, comme il avait insisté autrefois sur l'utilité des cartes magnétiques pour les mêmes recherches. Ces réflexions lui ont été suggérées par plusieurs travaux récents sur ce sujet, entre autres celui de M. Riccò, directeur de l'Observatoire de Catane et de l'Etna.

Je saisis avec empressement cette occasion pour présenter ici ce mémoire, qui montre si clairement les concordances entre les courbes isanomales et les dislocations de l'Italie volcanique.

Le mémoire intitulé : *Determinazione della gravità relativa in 45 luoghi della Sicilia orientale, delle Eolie e delle Calabrie*, de M. A. Riccò, est déposé.

Les relations entre la sismicité, les anomalies pendulaires et magnétiques méritent de fixer sérieusement l'attention dans la région arden-

naise, je l'ai remarqué à diverses reprises, pour des raisons qui se dégagent suffisamment du travail de M. Deladrier et de la présente communication.

La base d'un travail de ce genre est une carte tectonique aussi complète que possible.

On insiste volontiers, lorsqu'il s'agit d'expéditions lointaines, sur l'importance des cartes précitées; n'est-il pas étonnant qu'elles manquent encore dans tant de pays, sans en excepter la Belgique, où l'on se préoccupe de magnétisme et de sismologie sous terre et où nous sommes sur la limite d'un accident géologique de premier ordre, permettant l'étude de problèmes fondamentaux? En quelques campagnes de peu de mois chacune, ces travaux pourraient être menés à bonne fin. Ils seraient d'importance capitale et offriraient certes des aperçus que les statistiques, dont on abuse dans tant de domaines, sont impuissantes à indiquer; les appareils enregistreurs peuvent continuer cette tâche. Associer à vie, à ces instruments, des « observateurs » destinés à devenir en quelque sorte leur organe complémentaire, c'est s'attarder dans le passé et dans la routine.

8. — En terminant, je réponds affirmativement à la question à laquelle aboutit le suggestif exposé de M. Deladrier, lorsqu'il se demande si la Terre est clivable.

Les exemples que j'ai cités jusqu'ici pourraient paraître insuffisants encore à justifier mon affirmation, si l'on perdait de vue que la structure réticulaire se retrouve partout où le géologue poursuit ses investigations, et même sur d'autres astres, la Lune par exemple, où Mädler la signalait déjà en 1837 et où je l'ai précisée moi-même en 1893.

Il y a plus, la forme constante des unités continentales — des horsts gigantesques — résulte elle-même d'actions de torsion, ou de gauchissement si l'on préfère, affectant l'immense sphéroïde terrestre, comme l'indiquent plusieurs des photographies d'expériences que j'ai déjà présentées au VII^e Congrès de Géologie à Saint-Petersbourg.

Ces photographies sont exposées : l'une d'elles, reproduite pl. V, fig. 3, démontre qu'il est fautif et inutile de décomposer les courbes côtières, évidemment tectoniques sur de grandes longueurs, en une série de droites, ainsi que tant d'auteurs et moi-même (1891) l'avons fait. Néanmoins Green et Jourdy, tout en versant dans ce travers, ont établi, chacun pour une part, le fondement de ce que je crois être l'exacte interprétation de l'origine des grands reliefs terrestres.

Aujourd'hui, bien des géologues éprouvent peut-être plus de peine que leurs prédécesseurs à accepter cette conclusion, l'enrichissement de la science ayant appris à connaître l'étonnante multiplicité des phénomènes géologiques. L'illusion provient de ce que nous sommes en quelque sorte noyés dans une complexité d'effets, d'où nous concluons

volontiers à une complexité semblable des causes primordiales. Expérimentalement, on reconnaît, au contraire, qu'un effort général relativement simple, tel qu'un gauchissement, est susceptible d'amener d'innombrables complications dans les effets mécaniques locaux qui en résultent.

La Terre, hétérogène, est soumise, pendant sa rapide rotation, à des forces intérieures et extérieures qui impriment sur sa surface, par des déviations de l'écorce, les rides et le large modelé que montrent les cartes réduites. L'air et l'eau interviennent pour en atténuer la hardiesse et même en effacer les détails, ou les recouvrir. La contraction nucléaire ne saurait qu'amener le tassement de compartiments corticaux envahis ensuite par les mers, ou de vastes gonflements déplaçant l'hydrosphère.

S'il est possible aujourd'hui de formuler semblable proposition générale, on le doit surtout aux travaux synthétiques de trois hommes dont le champ d'activité fut bien différent, mais dont les noms évoquent chez moi le même souvenir de profond respect, d'admiration et de reconnaissance : Green, Daubrée, Suess.



NOTE

SUR LE

PUITS ARTÉSIEN DE LA NOUVELLE ÉCOLE MILITAIRE

Avenue de la Renaissance, à Bruxelles

PAR

E. CUVELIER & L. DUBUISSON (1)

1. *Construction du puits.* — Le puits artésien de la nouvelle École militaire a été exécuté par M. Delecourt-Wincqz.

Les travaux de forage, commencés le 10 avril 1903, ont été terminés le 23 août 1903.

On a d'abord creusé un faux puits blindé (2), de 1^m20 de diamètre, qui a atteint la profondeur de 27^m10 et a pénétré de 0^m40 dans la couche aquifère du sable bruxellien.

On a ensuite logé dans ce puits un tube protecteur en tôle, de 0^m80 de diamètre, que l'on a descendu jusqu'à la cote (+ 49,88), soit à 30 mètres sous le terrain naturel.

(1) Cette note, présentée à la séance du 17 mai 1904, a été, pour la plus grande partie, rédigée par le capitaine commandant du génie *Dubuisson*, chargé spécialement du service des travaux de la nouvelle École militaire. (E. C.)

(2) Le faux puits a été creusé à la façon ordinaire, les parois étant blindées au fur et à mesure de l'avancement du travail au moyen de voliges en sapin rouge du Nord de 0^m025 d'épaisseur, posées jointivement et maintenues par des cercles en fer de 0^m04 × 0^m006, espacés de 0^m50 d'axe en axe.

C'est à partir de ce moment que l'on a réellement commencé le forage des tubes du puits artésien qui comprennent (voir fig. 1) :

Un premier tube, de 0^m60 de diamètre, arrêté dans le sable ypresien d'émersion (*Yd* de la légende de la Carte géologique de Belgique au 40 000^e) à 62 mètres sous le sol ; un second tube, de 0^m55 de diamètre, arrêté à peu près à la base de l'argile ypresienne (*Yc*) à 98^m60 sous le sol ; un troisième tube, de 0^m50 de diamètre, arrêté dans la partie supérieure du Crétacé à 122^m10 sous le terrain naturel.

Le forage non tubé a été prolongé à 0^m50 de diamètre dans le Crétacé et à 0^m45 de diamètre dans le quartzite, dit de Blanmont (étage devillien inférieur du Cambrien, *Dv1*), jusqu'à la cote (— 47,02), soit à une profondeur totale de 126^m90 sous le sol naturel (1).

La partie inférieure du tube de 0^m50 de diamètre a été perforée sur 3^m00 de hauteur, pour permettre le passage de l'eau qui circule dans la couche de cailloux de silex, de 3^m30 d'épaisseur, située à la base du Landenien.

Ces cailloux forment dans la couche sablo-limoneuse un drainage excellent, qui offre aux eaux une surface d'afflux considérable. Les filets liquides ont dans cet amas de cailloux une très faible vitesse, de sorte que les éléments solides les plus légers resteront en place, et que l'eau amenée sera limpide et affluera en abondance.

2. Coupe géologique. — La figure 1 montre la coupe complète dans le puits.

Les divers échantillons, recueillis avec soin, ont été déterminés par le Service géologique officiel (2) ; ils montrent la série suivante du haut vers le bas.

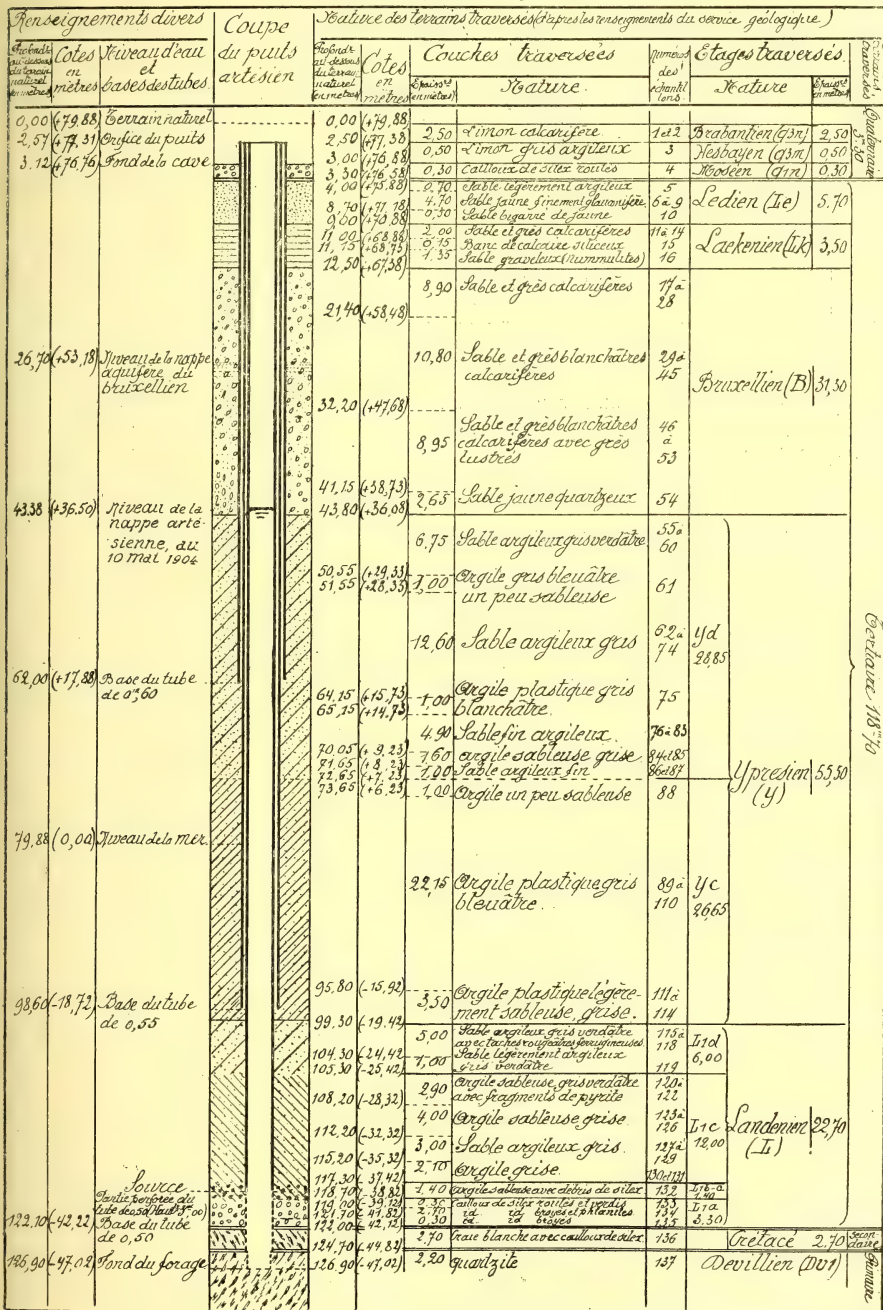
(1) Contrairement à ce qui a été dit dans la *note préliminaire* communiquée à la séance du 28 juillet 1903, le travail a été continué avec des trépan et non à la *tonite*.

L'entrepreneur a, en effet, fait déflager quelques petites charges de tonite au fond du forage pour essayer de désagréger la roche, mais les résultats ont été peu satisfaisants par suite de l'obligation d'employer des charges très réduites (0^k500), à cause de la proximité de la base du tube.

Le forage dans le quartzite a été continué au moyen du trépan sur une profondeur de 2^m20.

(2) Plusieurs *séries* de ces échantillons ont été méticuleusement étiquetées et seront conservées.

Fig. 1. Coupe du puits artésien
de la Nouvelle École Militaire
construit en 1903.



Echelles { des hauteurs 1/50
des largeurs 1/100

PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres.	COTES EN MÈTRES.	COUCHES TRAVERSÉES.		NUMÉROS des échantillons.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS TRAVERSÉS.
		ÉPAISSEUR en mètres.	NATURE.		NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
0,00	(+79,88)	2,50	Limon calcaireux brunâtre friable, ne faisant pas la boule.	1 et 2	BRABANTIEEN (<i>q5n</i>).	2,50	Quaternaire : 3 ^m 30.
2,50	(+77,38)	0,50	Limon gris bigarré de jaune brunâtre argi- leux, faisant la boule.	3	HESBAYEN (<i>q5m</i>).	0,50	
3,00	(+76,88)	0,30	Cailloux de silex rou- lés.	4	MOSÉEN (<i>q1n</i>).	0,30	
3,30	(+76,88)	0,70	Sable jaune légèrement argileux avec grains de glauconie	5	LEDIEN (<i>Le</i>).	5,70	Tertiaire : 118 ^m 70.
4,00	(+75,88)	3,00	Sable jaune finement glauconifère . . .	6 et 7			
7,00	(+72,88)	1,70	Sable jaune pâle fine- ment glauconifère. .	8 et 9			
8,70	(+71,18)	0,30	Sable légèrement bi- garré de jaune . .	10			
9,00	(+70,88)	0,30	Sable et grès calcari- fères avec un <i>Ditrupe</i> .	11	LAEKENIEN (<i>Lk</i>).	3,50	
9,30	(+70,88)	1,70	Sable et grès calcari- fères.	12-14			
11,00	(+68,88)	0,15	Banc de calcaire sili- ceux perforé, fossili- fère	15			
11,15	(+68,73)	1,35	Sable graveleux avec <i>Nummulites lævigata</i> roulées.	16			
12,50	(+67,38)	0,30	Sable et grès calcari- fères finement glau- conifères.	17			
12,80	(+67,08)						

PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres	COTES EN MÈTRES.	COUCHES TRAVERSÉES.		NUMÉROS des échantillons.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS TRAVERSÉS.
		ÉPAISSEUR en mètres.	NATURE.		NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
12,80	(+67,08)						
		1,70	Sable et grès calcarifères avec concrétions (pierres de grotte)	18			
14,50	(+65,38)						
		0,25	Sable et grès calcarifères.	19			
14,75	(+65,13)						
		1,25	Sable et grès calcarifères avec concrétions	20			
16,00	(+63,88)						
		0,20	Sable et grès calcarifères.	21			
16,20	(+63,68)						
		1,50	Sable calcarifère demi-fin.	22			
17,70	(+62,18)						
		0,30	Sable et grès calcarifères.	23			
18,00	(+61,88)						
		1,00	Sable demi-fin	24			
19,00	(+60,88)						
		2,40	Sable et grès calcarifères.	25-28			
21,40	(+58,48)						
		10,80	Sable et grès blanchâtres calcarifères. . .	29-45			
32,20	(+47,68)						
		8,95	Sable et grès blanchâtres calcarifères avec grès lustrés. . . .	46-53	BRUXELLIEN (B).	31,30	
41,15	(+38,73)						
		2,65	Sable jaune quartzeux avec grains de gravier disséminés et argile grise.	54			
43,80	(+36,08)						
		1,95	Sable fin argileux gris verdâtre	55-56			
45,75	(+34,13)						
		1,30	Sable argileux gris verdâtre.	57			
47,05	(+32,83)						
		3,50	Sable argileux fin avec petits fragments de calcaire	58-60	YPRESIEN (Y).	55,50	
50,55	(+29,33)						

Tertiaire : 118m70 (suite).

PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres.	COTES EN MÈTRES.	COUCHES TRAVERSÉES.		NUMÉROS des échantillons.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS TRAVERSÉS.
		ÉPAISSEUR en mètres.	NATURE.		NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
50,55	(+29,33)	1,00	Argile gris bleuâtre un peu sableuse . . .	61	YPRESIEN (Y).	55,50	Tertiaire : 118 ^m 70 (suite).
54,55	(+28,33)	1,05	Sable argileux, fin, gris jaunâtre	62			
52,60	(+27,28)	1,00	Sable fin, légèrement argileux, gris plus pâle que le précédent	63			
53,60	(+26,28)	0,95	Sable argileux, avec traces blanches calcaires	64			
54,55	(+25,33)	1,00	Sable légèrement argileux gris	65			
55,55	(+24,33)	1,00	Sable argileux gris	66			
56,55	(+23,33)	1,00	Sable argileux gris, avec petits fragments calcaires blanchâtres	67			
57,55	(+22,33)	1,00	Sable argileux gris	68			
58,55	(+21,33)	2,00	Sable fin, légèrement argileux	69-70			
60,55	(+19,33)	1,00	Sable fin gris jaunâtre	71			
61,55	(+18,33)	1,00	Sable fin avec quelques petits fragments blanchâtres	72			
62,55	(+17,33)	1,60	Sable fin argileux	73-74			
64,15	(+15,73)	1,00	Argile plastique, gris blanchâtre	75			
65,15	(+14,73)	4,90	Sable fin argileux	76-83			
70,05	(+9,83)	1,60	Argile sableuse grise	84-85			
71,65	(+8,23)	1,00	Sable argileux fin	86-87			
72,65	(+7,23)						

PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres.	COTES EN MÈTRES.	COUCHES TRAVERSÉES.		NUMÉROS des échantillons.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS TRAVERSÉS.
		ÉPAISSEUR en mètres.	NATURE.		NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
72,65 (+7,23)		1,00	Argile un peu sableuse.	88	Yc. 26,65	Ypresien (Y).	55,50
73,65 (+6,23)		1,00	Argile gris bleuâtre . .	89			
74,65 (+5,23)		4,95	Argile plastique gris bleuâtre	90-94			
79,60 (+0,28)		2,05	Argile légèrement sa- bleuse	95-96			
81,65 (-1,77)		3,00	Argile plastique gris bleuâtre	97-99			
84,65 (-4,77)		1,00	Argile grise, un peu sa- bleuse	100			
85,65 (-5,77)		5,15	Argile plastique gris bleuâtre	101- 105			
90,80 (-10,92)		1,00	Argile très légèrement sableuse	106			
91,80 (-11,92)		1 00	Argile plastique gris bleuâtre	107			
92,80 (-12,92)		1,00	Argile plastique gris bleuâtre, légèrement sableuse	108			
93,80 (-13,92)		2,00	Argile plastique gris bleuâtre	109- 110			
95,80 (-15,92)		3,50	Argile plastique légè- ment sableuse grise .	111- 114			
99,30 (-19,42)							
101,30 (-21,42)		2,00	Sable argileux assez fin, gris verdâtre, avec petits débris ferrugi- neux.	115	L1d 6m00	Landenien (L).	22,70
102,30 (-22,42)		1,00	Sable moins argileux avec taches rougeâ- tres ferrugineuses. .	116			

Tertiaire : 418m70 (suite).

PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres.	COTES EN MÈTRES.	COUCHES TRAVERSÉES.		NUMÉROS des échantillons.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS TRAVERSÉS.
		ÉPAISSEUR en mètres.	NATURE.		NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
102,30	(-22,42)	2,00	Sable argileux gris verdâtre avec petites taches rougeâtres . .	117-118	LANDENIEN (L).	22,70	Tertiaire : 118m70 (suite).
104,30	(-24,42)	4,00	Sable très légèrement argileux, gris verdâtre avec quelques points de glauconie	119			
105,30	(-25,42)	2,00	Argile sableuse gris verdâtre avec petits débris de pyrite. . .	120-121			
107,30	(-27,42)	0,90	Argile sableuse gris verdâtre avec fragments de pyrite légèrement glauconifère.	122			
108,20	(-28,32)	1,00	Argile sableuse grise .	123			
109,20	(-29,32)	3,00	Argile sableuse grise, légèrement glauconifère	124-126			
112,20	(-32,32)	1,00	Sable légèrement argileux gris avec quelques points de glauconie et petits débris de psammites. . . .	127			
113,20	(-33,32)	1,00	Sable argileux gris . .	128			
114,20	(-34,32)	1,00	Sable argileux gris avec débris de pyrite. . .	129			
115,20	(-35,32)	1,00	Argile sableuse grise. .	130			
116,20	(-36,32)	1,10	Argile grise.	131			
117,30	(-37,42)	1,40	Argile sableuse avec débris de silex . . .	132			
188,70	(-38,82)	0,30	Cailloux de silex roulés et verdis	133			
149,00	(-39,12)						

PROFONDEUR au-dessous du terrain naturel en mètres.	COTES EN MÈTRES.	COUCHES TRAVERSÉES.		NUMÉROS des échantillons.	ÉTAGES TRAVERSÉS.		TERRAINS TRAVERSÉS.
		ÉPAISSEUR en mètres.	NATURE.		NATURE.	ÉPAISSEUR en mètres.	
119,00	(-39,12)	2,70	Cailloux de silex broyés et phanites.	134	<i>La.</i> 3 ^m 30 } LANDENIEN.	22,70	Tertiaire : 118-70 (suite).
121,70	(-41,82)			135			
122,00	(-42,12)						
122,00	(-42,12)	2,70	Craie blanche avec cailloux de silex.	136-137	CRÉTACÉ.	2,70	Secondaire : 9 ^m 70.
124,70	(-44,82)						
124,70	(-44,82)	2,20	Quartzite de Blanmont.	138	DEVILLIEN (<i>Dv1</i>).	»	Primaire.
126,90	(-47,02)						

Les couches rencontrées correspondent parfaitement à ce que faisait prévoir la coupe géologique déduite des études préalables faites sous la direction du major MERSCH, commandant du génie de Bruxelles-Ouest, par le capitaine commandant du génie DUBUISSON. Ces *études préalables* ont été faites surtout en s'aidant des coupes publiées par MM. Van Ertborn et Rutot, ainsi que de documents géologiques divers, anciens et nouveaux (Verstraeten (1); Rutot et Van den Broeck,

(1) 1879. Carte topographique et hydrographique du territoire de l'agglomération bruxelloise. Nous reproduisons, figure 2, une portion de cette carte : on remarquera qu'elle renseigne précisément le niveau de la nappe aquifère du *Bruxellien* comme étant compris, à l'emplacement du puits, entre les cotes (+ 50) et (+ 55); on a trouvé ce niveau à la cote (+ 53,18).

1879. Carte hydrologique de l'Entre-Sambre-et-Dyle.

1880. Étude spéciale de l'hydrologie de l'agglomération bruxelloise.

1882. Coupes hydrologiques S.-E. et N.-E. au travers du pays et carte représentative de la perméabilité du sol.

1883. Les eaux alimentaires de la Belgique, etc., etc.

1904. MÉM.

planchette de Bruxelles et explication de la feuille de Bruxelles; Carte géologique actuelle, etc.).

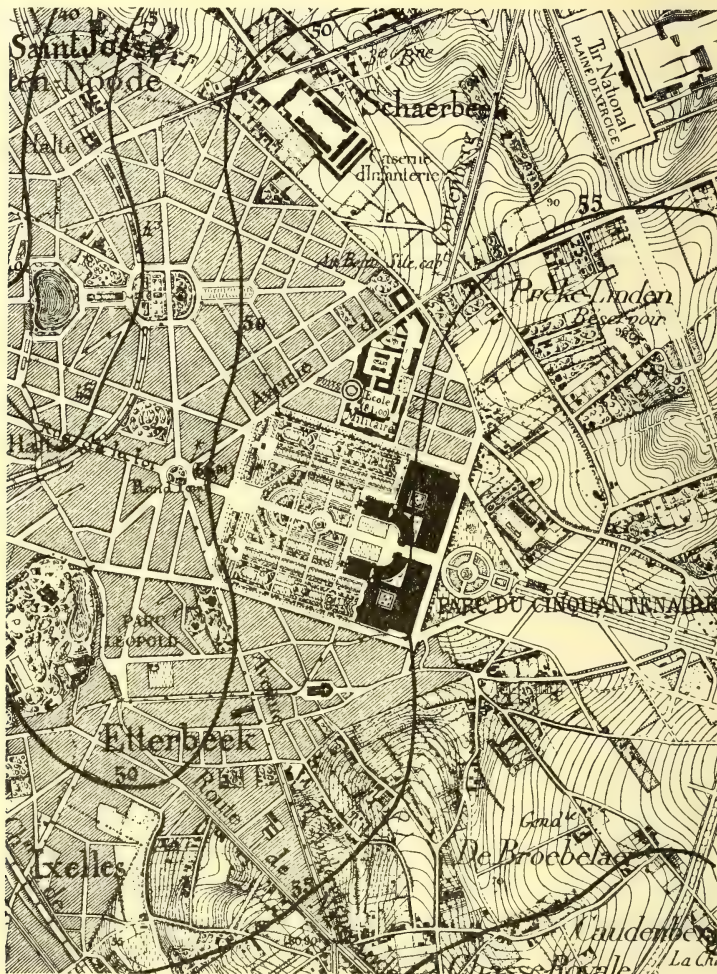
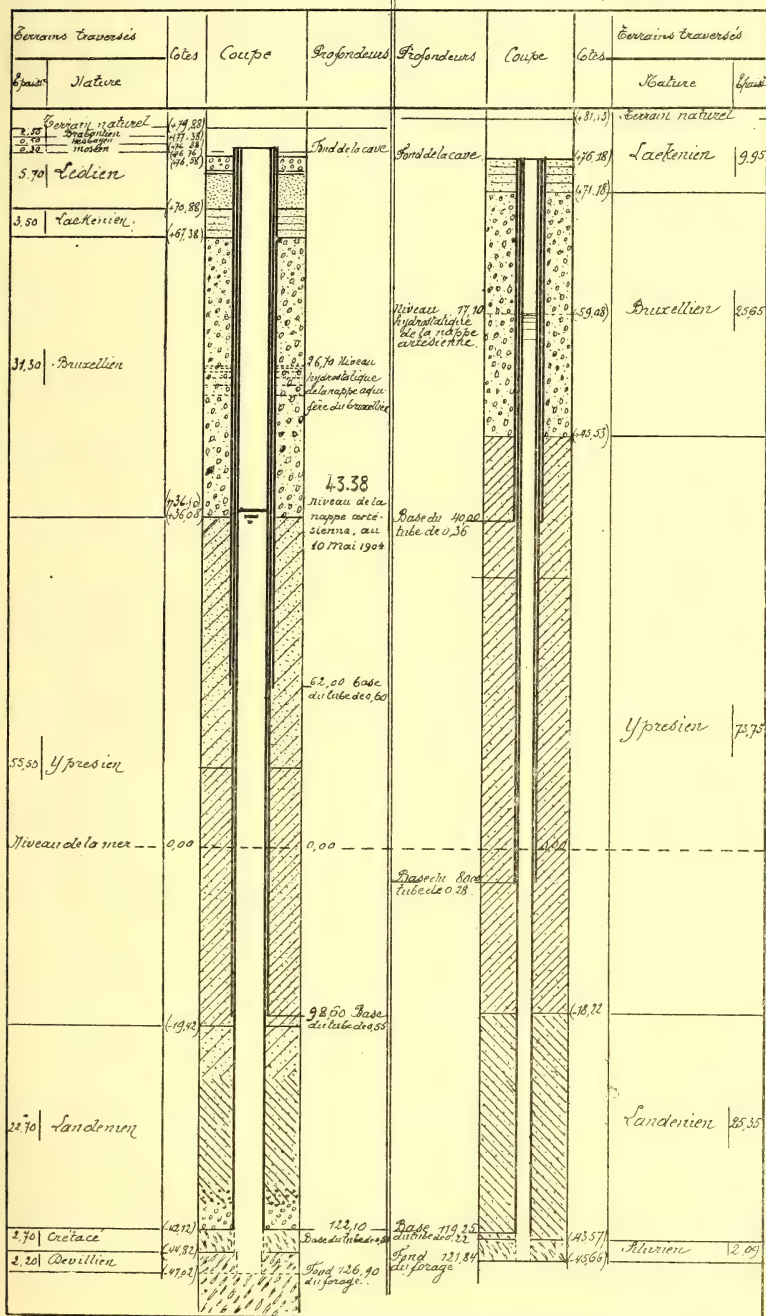


Fig. 3.

*Coupe du puits artésien
de la Nouvelle École Militaire
construit en 1903.*

Coupe du puits artésien
de l'Hôpital militaire
construit en 1889.



Echelles { des hauteurs 1/750
des longueurs 1/100

*Nota - Les profondeurs sont comptées
à partir du terrain naturel*

3. *Cimentage des vides existant entre les colonnes.* — Les espaces annulaires existant entre les tubes ont été cimentés lorsque le forage eut atteint 126^m90 de profondeur. Mais ce cimentage a été arrêté à hauteur de la base du sable bruxellien. Le restant des vides entre les tubes a été rempli de sable du Rhin, jusqu'à l'orifice du puits, afin de ménager la possibilité d'utiliser éventuellement les eaux du Bruxellien, ainsi que nous l'exposerons plus loin.

Les dispositions adoptées présentent les avantages suivants :

1° Le grand diamètre de 0^m50 assure une réserve importante d'eau, et aurait permis la construction, en cas de nécessité, d'un puits beaucoup plus profond ;

2° Possibilité d'utiliser le puits comme puits filtrant, dans l'hypothèse où l'on n'aurait pas trouvé d'eau dans le Crétacé ou dans le Primaire et dans le cas où la source artésienne rencontrée viendrait à tarir ;

3° Possibilité de produire, en tous cas, l'exhaure de l'eau au moyen d'un compresseur à air.

Ce procédé présente sur la pompe à piston des avantages notables :

- a) Placement et fonctionnement simples ;
- b) Entretien presque nul à cause du peu d'usure des appareils ;
- c) Absence de trépidations ;
- d) Aussitôt que l'admission de l'air est interrompue, l'eau retombe dans le tuyau de refoulement au niveau hydrostatique du puits ; les tubes ne peuvent donc pas geler ;
- e) Le passage de l'air dans le tube de refoulement aère l'eau, ce qui est avantageux lorsqu'elle doit servir à l'alimentation ;
- f) Enlèvement du sable s'il s'en déposait au fond du puits ;
- g) Possibilité d'assurer le service d'incendie au moyen des compresseurs d'air.

La pression dans la distribution de la ville est insuffisante pour projeter l'eau jusqu'aux faîtes des grands bâtiments : il s'en faut d'une atmosphère et demie.

Le cimentage et le remplissage des vides existant entre les colonnes

s'est servi de tous les documents voulus et on s'est entouré de tous les renseignements nécessaires. Pour ne citer qu'un exemple, nous ferons remarquer que l'on a utilisé la coupe du puits artésien de l'Hôpital militaire, coupe pouvant fournir d'utiles indications ; nous la reproduisons *figure 3* parallèlement à celle du puits de la nouvelle École militaire, afin que l'on puisse plus aisément juger de leurs concordances et de leurs différences (voir *Bulletin Société belge de Géologie*, etc., t. V, 1891 ; Note : *Sur quelques puits artésiens creusés à Bruxelles*, par M. Rutot ; cette note renferme, notamment, la coupe du puits artésien de l'Hôpital militaire).

étant terminés, on a enlevé le tube protecteur de 0^m80 de diamètre et l'on a remblayé, au moyen de sable fortement arrosé, le vide existant entre le tube extérieur de 0^m60 de diamètre et les parois du faux puits de 1^m20 de diamètre.

4. *Couches aquifères rencontrées.* — La première couche aquifère rencontrée est celle du sable *bruxellien*; la nappe bruxellienne est actuellement à la cote (+ 55,18); le sommet des tubes étant à la cote (+ 76,76) et le terrain naturel à (+ 79,88), cette nappe se trouve donc à 26^m70 au-dessous du sol.

Une seconde couche importante a été trouvée au contact des silex roulés et verdis de 5^m30 d'épaisseur formant la base du Landenien. Le niveau de cette nappe artésienne est actuellement (1) à la cote (+ 56,50), soit à 45^m38 sous le terrain naturel.

5. *Essais de rendement en eau.* — Des essais de pompage ont été effectués à trois reprises et chaque fois sans interruption pendant vingt-quatre heures.

On s'est servi d'un cylindre en tôle de 0^m40 de diamètre intérieur et de 4^m80 de longueur totale, muni d'une soupape. La capacité utile de ce cylindre était de 1/2 mètre cube.

Ces essais ont donné un rendement en eau de 512 mètres cubes par vingt-quatre heures, en déprimant le niveau de 4^m80 au maximum.

Ce rendement de 13 mètres cubes à l'heure est plus que suffisant pour assurer l'alimentation en eau de l'établissement, dont la consommation journalière sera inférieure à 200 mètres cubes.

6. *Qualité de l'eau.* — Les analyses faites par le service médical et pharmaceutique de l'Hôpital militaire de Bruxelles ont donné les résultats indiqués aux tableaux n^{os} I et II ci-après.

Pour mieux se rendre compte des qualités de l'eau du puits artésien de la nouvelle École militaire, nous avons consigné dans ces deux tableaux les moyennes des résultats des analyses faites en 1902 et 1903 des eaux du puits artésien de l'Hôpital militaire, du puits de briquetier existant dans l'enclos des terrains de la nouvelle École militaire (eau du sable bruxellien), de la distribution de la ville de Bruxelles et de la distribution de la Société intercommunale (eau dite du Bocq).

(1) Au 10 mai 1904.

Tableau n° I. — Résu

NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES PUITES OU DES DISTRIBUTIONS D'EAU.	CARACTÈRES PHYSIQUES ET ORGANOLEPTIQUES.			
		Couleur.	Odeur.	Saveur.	Transparence.
1	Puits artésien de l'École militaire (profondeur : 126 ^m 90) .	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Trouble. (Disparaissant par le repos.)
2	Puits artésien de l'Hôpital militaire de Bruxelles (profondeur : 119 ^m 80)	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.
3	Puits de briquetier existant dans l'enclos des terrains de la nouvelle École militaire (profondeur : 27 ^m 00).	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.
3 ^{bis}	Idem	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.
4	Eau de la distribution de la ville de Bruxelles.	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.
5	Eau de la distribution de la Société intercommunale (eau du Bocq)	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.

Analyse chimique.

COMPOSITION CHIMIQUE PAR LITRE.						APPRÉCIATION GÉNÉRALE ET OBSERVATIONS.
Acide nitrique.	Acide sulfurique.	Chlore.	Ammoniaque.	Acide nitreux.	Matières organiques réduci- bles par les KMnO_4 , évaluées en acide oxalique.	
	Grammes.	Grammes.			Grammes.	
0	0,012	0,0159	0	0	0,0025	} <i>Potable.</i> — Le léger trouble provient de ce que l'appareil servant à prélever les échantillons a remué le peu de sable qui reste sur le fond du forage.
Traces.	0,009	0,01	0	0	0,005	
						<i>Eau du sable bruxellien.</i>
Traces.	0,04	0,035	0	0	0,006	} <i>Potable.</i> (Analyse faite sur un échantillon prélevé en juin 1902, le puits ayant été vidé et curé à vif fond en mars 1902 et n'ayant pas été mis en usage depuis lors.)
0g+03	0,054	0,028	0	0	0,017	
						Les quantités constatées de chlore et d'acide nitrique dépassent les quantités généralement admises (analyse faite sur un échantillon prélevé en décembre 1903, quatre jours après un nouveau curage à vif fond du puits.
Traces.	0,012	0,015	0	0	0,006	<i>Potable.</i>
Traces.	0,013	0,014	0	0	0,005	<i>Potable.</i>

Tableau n° I. — Résultats de l'analyse chimique.

NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES Puits OU DES DISTRIBUTIONS D'EAU.	CARACTÈRES PHYSIQUES ET ORGANOLEPTIQUES.				Degré hydrotimétrique. Réaction à 40°.	COMPOSITION CHIMIQUE PAR LITRE.						APPRÉCIATION GÉNÉRALE ET OBSERVATIONS.
		Couleur.	Odeur.	Saveur.	Transparence.		Acide nitrique.	Acide sulfurique.	Chlore.	Ammoniaque.	Acide nitreux.	Matières organiques réduc- tibles par les KMnO_4 , évaluées en acide osä- liques.	
1	Puits artésien de l'École mili- taire (profondeur : 126=90) .	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Trouble. (Disparaissant par le repos.)	25	0	0,012	0,0159	0	0	0,0025	Potable. — Le léger trouble provient de ce que l'appa- reil servant à prélever les échantillons a remué le peu de sable qui reste sur le fond du forage.
2	Puits artésien de l'Hôpital mili- taire de Bruxelles (profon- deur : 119=80)	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.	26	Traces.	0,009	0,01	0	0	0,005	Potable. Eau du sable bruxellien.
3	Puits de briquetier existant dans l'enclos des terrains de la nou- velle École militaire (profon- deur : 27=00)	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.	29	Traces.	0,04	0,035	0	0	0,006	Potable. (Analyse faite sur un échantillon prélevé en juin 1902, le puits ayant été vidé et curé à vif fond en mars 1902 et n'ayant pas été mis en usage de- puis lors.)
3 ^{bis}	Idem	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.	30	0,003	0,054	0,028	0	0	0,017	Les quantités constatées de chlore et d'acide nitrique dépassent les quantités gé- néralement admises (ana- lyse faite sur un échantil- lon prélevé en décembre 1903, quatre jours après un nouveau curage à vif fond du puits.
4	Eau de la distribution de la ville de Bruxelles.	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.	31	Traces.	0,012	0,015	0	0	0,006	Potable.
5	Eau de la distribution de la Société intercommunale (eau du Bocq)	Incolore.	Inodore.	Fraiche.	Claire.	32	Traces.	0,013	0,014	0	0	0,005	Potable.

Tableau n° II. — Résultats de l'analyse bactériologique.

NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES PUITES OU DES DISTRIBUTIONS D'EAU.	ANALYSE		APPRÉCIATION GÉNÉRALE.
		QUANTITATIVE (nombre de bactéries par centimètre cube).	QUALITATIVE.	
1	Puits artésien de l'École militaire (profondeur : 126 ^m 90)	100 (*)	Bactér. ordinaires des eaux.	Bonne.
2	Puits artésien de l'Hôpital militaire de Bruxelles (profondeur : 119 ^m 80).	60	Id.	Très bonne.
3	Puits de briquetier existant dans l'enclos des ter- rains de la nouvelle École militaire (profondeur : 27 ^m 00).	800	Bactér. putrides.	Eau du sable bruxellien. Mauvaise. (Analyse faite sur un échan- tillon prélevé en novembre 1903, le puits ayant été vidé et curé à vif fond en mars 1902, et n'ayant pas été mis en usage depuis lors.)
3 ^{bis}	Idem	900	Bactér. ordinaires des eaux.	Très médiocre. (Analyse faite sur un échantillon prélevé en décembre 1903, quatre jours après un nouveau curage à vif fond du puits.)
4	Eau de la distribution de la ville de Bruxelles.	200	Id.	Bonne.
5	Eau de la Société intercommunale (eau du Bocq)	300	Id.	Bonne.

(*) Cette quantité diminuera vraisemblablement lorsque le puits sera en exploitation régulière.

(*) Cette quantité diminuera vraisemblablement lorsque le puits sera en exploitation régulière.

L'examen des tableaux nos I et II montre :

1° Qu'au point de vue de la composition chimique, l'eau du puits artésien de la nouvelle École militaire est au moins équivalente à l'eau du puits artésien de l'Hôpital militaire ;

2° Qu'au point de vue bactériologique, cette même eau est supérieure à celle des eaux des distributions de la ville de Bruxelles et de la Société intercommunale.

Elle sera probablement équivalente à celle du puits de l'Hôpital militaire lorsque le puits sera parfaitement nettoyé après un certain temps de pompage régulier ;

3° Qu'il y avait danger à capter les eaux du sable bruxellien pour les besoins alimentaires de la nouvelle École militaire, puisque l'eau du puits du briquetier existant dans l'enclos des terrains de l'établissement est considérée comme très médiocre au point de vue de la consommation.

7. *Conclusions.* — Les résultats obtenus : qualité de l'eau, rendement du puits et profondeur du forage suffisante pour l'installation éventuelle de pompes à air comprimé, ont conduit le commandant du génie à arrêter le forage à 126^m90 de profondeur, bien que le cahier des charges lui permit de le prolonger jusque 150 mètres.

8. *Dispositions à prendre pour transformer ÉVENTUELLEMENT le puits artésien en puits « PASSOIR »* (1) *pour recueillir les eaux du BRUXELLIEN.* — Comme nous l'avons dit précédemment, le cimentage des espaces annulaires entre les tubes a été arrêté à hauteur de la partie inférieure du *Bruxellien*.

Le remplissage entre les tubes a été achevé au moyen de sable du Rhin, afin de ménager la possibilité d'utiliser éventuellement les eaux du *Bruxellien*.

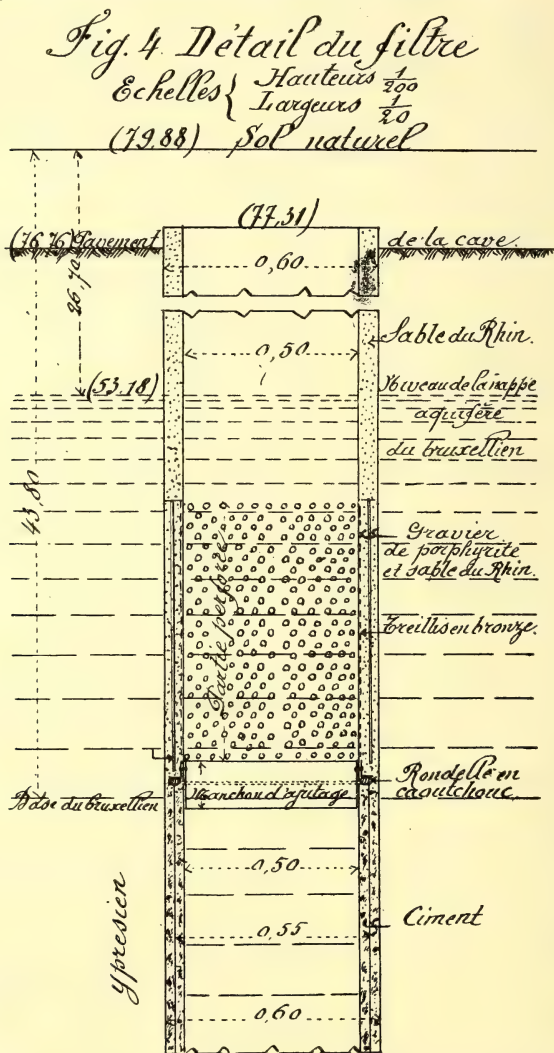
Cette solution ne devrait être adoptée que si par hasard — ce qui n'est pas à prévoir, mais nous répondons ici à une objection faite *a priori* — la couche artésienne venait à ne plus donner un rendement suffisant (2). Dans cette hypothèse, on pourrait apporter aux tubes les modifications suivantes :

Les colonnes de 0^m50 et de 0^m55 de diamètre seraient coupées vers

(1) VERSTRAETEN, *Les puits filtrants*. (ANNALES DE L'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS SORTIS DES ÉCOLES SPÉCIALES DE GAND, 1903.)

(2) Les analyses des eaux du puits du briquetier existant dans l'enclos des terrains

la base du sable bruxellien à environ 43^m80 sous le sol, puis les parties supérieures seraient retirées. Des rainures verticales seraient pratiquées dans le tube de 0^m60 de diamètre sur une hauteur de 6 à 8 mètres à partir de la base de ce sable (voir fig. 4).



Le bout inférieur de la partie du tube de 0^m50 qui a été enlevée, serait perforé sur 6 à 8 mètres de hauteur, garni extérieurement d'un

de la nouvelle École militaire (voir tableaux I et II, pages 166-168) montrent que dans l'état actuel, il y aurait danger à utiliser les eaux du *Bruxellien* pour l'alimentation. Mais on pourrait les utiliser, dans tous les cas, pour les usages industriels et les nettoyages de latrines, égouts, etc.

filtre en bronze à mailles de 0^m0005 de diamètre et intérieurement d'un manchon destiné à assurer la connexion avec la partie du tube de même diamètre restée dans le puits (1).

Le tube ainsi transformé serait placé dans le puits de façon à reposer sur la colonne de 0^m50. Le manchon de connexion aurait été, au préalable, garni d'une rondelle en caoutchouc afin de rendre étanche le joint existant à la jonction des tronçons du tube de 0^m50 de diamètre.

Un mélange de sable du Rhin et de débris de porphyrite serait placé entre les tubes de 0^m50 et de 0^m60 de diamètre sur toute la hauteur de la couche aquifère du sable bruxellien pour former filtre. Le restant du vide serait rempli de sable rude jusqu'à l'orifice du puits. Dans ces conditions l'ensablement du puits serait rendu impossible et l'eau *du Bruxellien* ne pourrait arriver dans le réservoir qu'après avoir traversé le filtre.

Le fond du puits serait bétonné de façon à obtenir un réservoir étanche (2).

Le 17 mai 1904.

(1) Les trous devront être faits à niveau des couches pierreuses du Bruxellien. (Voir VERSTRAETEN, *Les puits filtrants*, 1903.)

(2) Notons qu'il n'y a pas de *probabilité* de tarissement de la couche aquifère artésienne, mais qu'il peut y avoir abaissement du *niveau hydrostatique*.



LES DÉPOTS AURIFÈRES DU KATANGA

PAR

H. BUTTGENBACH (1)

Chargé par le *Comité spécial du Katanga* de suivre, pendant ces deux dernières années, les recherches minières effectuées dans la partie Sud de ce territoire du Congo par la *Tanganyika Concessions*, je compte simplement exposer dans cette note, en ce qui concerne l'or, le résultat de ces recherches à l'époque à laquelle j'ai quitté le Katanga, c'est-à-dire en décembre 1903. Il n'y a pas encore lieu actuellement de publier un travail étendu sur ce sujet; mais j'ai cru bon cependant de préciser les faits connus, parce que les moindres renseignements concernant ces régions, parcourues depuis si peu d'années, ont leur importance. Je crois inutile d'ajouter que je me tiendrai ici exclusivement dans le domaine géologique et que je ferai abstraction de toute autre considération.

Je ne crois pas que les premières explorations qui ont sillonné le Katanga y aient jamais mentionné la présence du métal précieux, et cela peut sembler étonnant à première vue, car il existe un nombre assez grand de ruisseaux, traversés par ces explorations, qui charrient plus ou moins de paillettes d'or. Mais il est bon d'ajouter que l'époque à laquelle se faisaient ces expéditions, alors que toute la région du Katanga était troublée par les dissensions et les querelles si fréquentes sous la domination de l'ancien chef Msiri, ne permettait guère de telles recherches, qui demandent avant tout un temps considérable.

(1) Travail communiqué à la séance du 18 juin 1904.

L'expédition qui nous rapporta le plus de données géologiques sur ces territoires fut sans contredit l'expédition Bia-Francqui (1891-1895), et cela grâce au concours que lui donna notre confrère M. le professeur J. Cornet; les travaux que ce géologue publia les années suivantes dans les bulletins de diverses sociétés, l'esquisse géologique qu'il dressa de la région au cours d'une exploration rapide et alors pleine de dangers de tous genres, nous firent enfin connaître les grandes lignes de la structure géologique du pays et levèrent un peu du voile qui recouvrait les richesses minières du Katanga, dont tant d'explorations africaines antérieures avaient entendu parler par les indigènes sans avoir jamais pu les voir. Et je crois de mon devoir de dire ici l'admiration que j'ai souvent éprouvée en vérifiant là-bas l'exactitude des travaux de notre savant confrère, en songeant aux innombrables difficultés qui étaient apportées à ses observations, toujours si pénibles en Afrique, mais bien plus encore de son temps qu'elles ne le sont maintenant, et en constatant que, malgré tout, M. Cornet avait bien vu ce qui était.

C'est le même géologue qui, comparant la géologie du Congo à celle de l'Afrique du Sud, faisait observer que la limite septentrionale des gisements aurifères se rapprochait de plus en plus des frontières de l'État et que, vu l'analogie des terrains, il ne serait pas surprenant de trouver des gisements aurifères dans le Katanga (1).

Ces prévisions se sont réalisées, et, quelle que soit l'importance que l'on attribue aux dernières découvertes, il n'en est pas moins vrai que l'or a été trouvé dans les territoires du Katanga et que rien par conséquent ne peut plus enlever l'espoir d'y découvrir de jour en jour quelque gisement important.

Mon but est de décrire ici à quel état l'or a été trouvé dans ce pays et d'en tirer les déductions que je crois maintenant possibles, déductions que je ne donne d'ailleurs aucunement comme définitives.

Nous devons considérer trois états différents sous lesquels l'or a été décelé dans cette région par les recherches si actives qui ont été faites depuis quatre ans. Nous distinguerons : 1° l'or incorporé dans les minerais de cuivre; 2° l'or trouvé à l'état d'alluvions dans les ruisseaux; 3° l'or inclus dans des couches sédimentaires.

(1) Consulter notamment : *Les gisements métallifères du Katanga*. (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XVII [1903] et *Indépendance belge* du 17 février 1895.)

Or dans les minerais de cuivre.

On sait le nombre et l'importance des gisements de cuivre découverts au Katanga. Me réservant de les décrire dans un autre travail, je me bornerai à dire ici que ces gisements sont tous formés de couches de schistes, de grès, de quartzites, imprégnées de carbonates de cuivre à tel point que souvent ces sels forment véritablement le ciment de la roche. Les travaux d'étude effectués dans ces gisements n'ont pas dépassé 50 mètres en profondeur verticale et, comptée suivant la pente des couches minéralisées, la profondeur maximum ainsi atteinte est d'environ 65 mètres.

Accompagnant le cuivre, l'analyse a décelé dans ces roches de l'or et de l'argent. On y a aussi trouvé du cobalt (sans nickel). La quantité d'or par tonne y est toujours très faible; beaucoup d'analyses n'y renseignent que des traces; la teneur la plus forte a été de 3 grammes environ par tonne. L'argent y est plus abondant, atteignant même 72 grammes, avec une teneur moyenne de 42 grammes.

Il ne semble pas y avoir de relation entre la teneur en cuivre et celle en or ou en argent; de plus, il est bon d'observer que l'or et l'argent se trouvent dans presque tous les échantillons, quel que soit le niveau où ils aient été prélevés.

Alluvions aurifères.

Il existe, dans le Sud du Katanga, une grande quantité de ruisseaux dont les sables et graviers du lit renferment çà et là des paillettes d'or. Je ne m'arrêterai pas à citer les noms de ces ruisseaux; je décrirai immédiatement les alluvions qui ont seules mérité une étude plus consciencieuse et qui sont connues sous le nom d'*alluvions de Kambôve*.

La figure 1 représente les environs de Kambôve. J'y ai indiqué la position du gisement de cuivre qui, comme on le sait, est l'un des plus riches du Katanga (1). Ce gisement est formé de couches dirigées, en moyenne, N. 80° E.; ce sont des grès et des quartzites inclinés *vers le Nord*. Si nous examinons les roches qui bordent la zone cuprifère au Nord, nous trouvons que la direction, sur le bord même de la

(1) Mon premier rapport sur ce gisement a été publié dans le *Mouvement géographique* (30 novembre 1902). Les recherches ultérieures ont montré que la composition géologique du gisement était bien moins simple que je pouvais le croire à cette époque.

zone, est la même, mais l'inclinaison est au contraire de 60° vers le Sud. Ces roches sont des schistes violets (système de Katete, de M. Cornet). A l'extrémité Est du gisement de cuivre ainsi que sur le bord Sud de ce gisement, on retrouve les mêmes schistes violets, mais

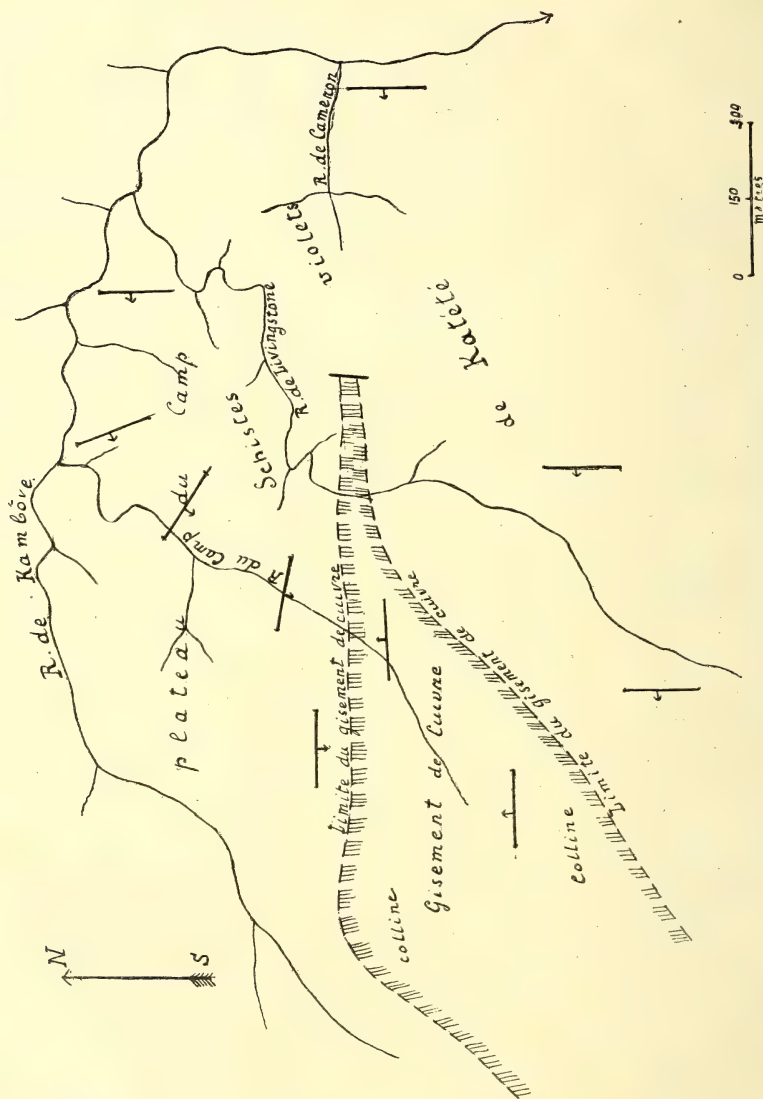


FIG. 4. — GISEMENT DES ALLUVIONS AURIFÈRES DE KAMBÔVE

dirigés Nord-Sud et inclinés vers l'Ouest; or, si l'on suit les différents ravins coulant vers le Nord-Est, on s'aperçoit que la direction des schistes, d'abord Est-Ouest près du gisement de cuivre, varie peu à peu et tourne insensiblement de 90° vers 180° , de sorte que la transition

s'effectue parfaitement entre les couches du bord Nord du massif cuprifère et celles des bords Sud et Est. Il y a donc là une structure assez spéciale de la région, qui a beaucoup servi à établir l'histoire du gîte de Kambôve, comme je l'exposerai dans un autre travail. Je me bornerai seulement ici à faire observer que la direction générale des ravins est perpendiculaire à la direction des couches, excepté la dernière partie du ravin dit de Kambôve, qui récolte tous les autres et coule finalement dans la direction même des roches, vers le Sud.

Les quatre ravins où l'or a été trouvé ont été nommés : *Ravin du Camp*, *Ravin de Livingstone*, *Ravin de Cameron* et *Ravin de Kambôve*. Ce sont de véritables gorges, aux parois presque verticales, atteignant en certains points 60 mètres de profondeur et qui ont découpé le plateau, dit *plateau du camp*, lequel s'étend entre le gîte de cuivre et le ravin de Kambôve; ce dernier ravin draine tous les environs de Kambôve.

Dans la saison sèche, ces ravins sont à sec et leur fond est recouvert d'un mélange de cailloux, de sables et d'argiles; la plus grande quantité des galets et des cailloux est formée d'oligiste pur, métalloïde, en grains cristallins; la malachite, en grains roulés et en rognons, y existe également en grande quantité.

Lorsque, après avoir enlevé les plus gros cailloux, on lave les sables du fond à l'aide du *pan* américain, on récolte presque toujours de l'or. Comme toujours dans des dépôts de ce genre, c'est en lavant les parties inférieures de la couche, en récoltant surtout ce qui remplit les creux et les fissures des roches sous-jacentes, que l'on obtient le plus d'or. Cet or se trouve en paillettes, en grains, en lamelles très irrégulières de forme, souvent aplaties; les plus grosses pépites pesaient 3 et 6 grammes.

Ce n'est pas seulement dans les ravins que l'or a été trouvé. Sur tout le plateau du camp, en dessus des schistes violets indiqués, se trouve un dépôt de lavage, de profondeur plus ou moins grande, dans lequel les essais au *pan* ont aussi montré la présence du métal jaune en grains ou en paillettes; c'est surtout sur le bord des ravins que ce dépôt est aurifère, là où la pente devient plus forte sans cependant être déjà trop considérable.

Nous pouvons actuellement rechercher quelle est l'origine de l'or trouvé en ces différents points de Kambôve. A cet effet, nous ferons observer que :

1° Tous les ravins affluents de gauche du ravin de Kambôve ne contiennent pas d'or;

2° Que dans le ravin de Livingstone, on ne trouve pas d'or en amont du point où ce ravin traverse le gisement de cuivre ;

3° Que l'on ne trouve l'or, en dehors des ravins, que sur le plateau du camp, c'est-à-dire en aval du gisement de cuivre ;

4° Que le ravin de Livingstone renferme les plus gros grains et que, plus on s'éloigne du gisement de cuivre en suivant les lits des ravins, l'or se trouve en lamelles et paillettes d'autant plus fines.

Ces faits suffisent bien, je pense, à faire admettre que l'or, en position première, se trouvait là où existe actuellement le gisement de cuivre. Je suis d'ailleurs, en cela, d'accord avec les ingénieurs de la *Tanganyika Concessions* et notamment avec M. F. E. Studt, chimiste de cette société à Kambôve, qui étudie avec intérêt les questions de ce genre. Mais je suis en désaccord avec eux en ce qui concerne l'état primordial de l'or. Pour M. Studt, l'or alluvial de Kambôve est le résultat du lavage de roches aurifères, actuellement disparues, et qui se trouvaient approximativement à l'endroit où l'on trouve les couches cuprifères actuelles ; le lavage de ces roches aurait formé un vaste dépôt s'étendant sur le plateau du camp et qui aurait disparu dans la suite. Mon opinion, au contraire, est que les dépôts aurifères des ravins et du plateau sont le simple résultat du lavage des parties supérieures des couches cuprifères qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, contiennent de l'or, soit en traces, soit à une teneur allant jusque 3 grammes à la tonne.

Je ferai, en effet, observer d'abord que la malachite se trouve en grande quantité dans les graviers aurifères des ravins ; à tel point que, lors d'un lavage au *pan*, lorsque, les parties légères étant éliminées, il reste dans l'instrument beaucoup de malachite avec l'oligiste, on peut être certain qu'il y a aussi de l'or, qui apparaîtra à la fin de l'opération.

J'ajouterai ensuite que, dans l'explication de tels faits, explications qui ne sont toujours que des hypothèses, il ne faut rien compliquer. Or, vu que les minerais de cuivre actuels contiennent de l'or, il est nécessaire, dans l'explication de M. Studt, de faire intervenir, après la venue aurifère ayant donné les premières roches inconnues, une seconde venue aurifère ayant accompagné le cuivre.

Il est évident que les dépôts cuprifères de Kambôve ne sont que le *chapeau de fer* d'un dépôt que l'on retrouvera en profondeur. Je crois que ces filons seront formés de magnétite, de chalcopryrite et de pyrites aurifères. On sait que cette association du cuivre et de l'or n'est pas nouvelle et je me bornerai à mentionner ici les gîtes de Waschgang

(Carinthie) et de Fahlun (Suède). Je dirai aussi que je m'appuie pour cette hypothèse sur l'analogie de tous les gisements de cuivre du Katanga qui contiennent de l'or, en traces tout au moins, ce qui reste inexplicable si, en admettant l'hypothèse de M. Studt, on dit que l'or existant dans le minerai de cuivre de Kambôve est aussi le résidu du lavage des roches aurifères antérieures; j'ajouterai enfin que, dans les ravins de Kambôve, j'ai trouvé des cristaux de pyrite de fer cubiques, peu roulés, et un octaèdre de magnétite.

Les phénomènes d'oxydation sur les filons que je suppose transformeront la chalcopryite en oxydes et en carbonates, la magnétite et le pyrite de fer en oligiste et en limonite; quant à l'or contenu primitivement dans les pyrites, il aura été, après leur oxydation, amené dans les parties superficielles et se sera disséminé dans les grès cuivreux. Les dépôts alluviaux des ravins proviendraient du lavage des parties les plus hautes du *chapeau de fer*.

Je ne me dissimule pas la grande objection que l'on peut faire à cette théorie : Comment l'or, qui existe invisible dans les roches cuprifères, se trouve-t-il en pépites dans les ravins, et en pépites d'autant plus grosses qu'on les trouve près du gisement de cuivre? Mais je ne crois pas cette objection plus forte que celle que l'étude des conglomérats du Transvaal, par exemple, produit contre chacune des théories émises pour expliquer leur origine. En fait, nous ignorons encore bien des choses dans l'histoire chimique des gîtes métallifères; comment expliquer, notamment, la concentration de l'or en pépites dans les parties supérieures de quartz aurifères où le métal précieux est, en profondeur, parfaitement invisible? Et ne puis-je pas dire que les alluvions de Kambôve résultent justement du lavage des parties les plus hautes du gisement de cuivre, parties aujourd'hui disparues et dans lesquelles l'or était concentré en pépites et en veinules? Dans son *Traité de géologie* (4^e éd., p. 1742), M. de Lapparent dit à propos des alluvions de Californie : « On remarque qu'un filon quartzeux n'a jamais fourni de fragments d'or aussi gros que les pépites obtenues par le lavage des placers, ce qui donne à penser que les têtes des filons, détruites par les anciennes érosions, devaient être sensiblement plus riches en or que les parties inférieures. »

Cette explication me suffirait donc, si d'autres faits ne me faisaient même croire à des réactions et à des concentrations modernes, actuelles et très rapides. Je veux citer deux de ces faits, sans d'ailleurs vouloir aucunement les expliquer.

A *Funqurume*, grand gisement de cuivre situé au Nord-Ouest de

Kambôve, il existe deux collines représentées dans la figure 2, où les chiffres indiquent les altitudes au-dessus de la rivière Dipeta. Ces collines se composent aussi de grès et de quartzites contenant 6 à 8 % de cuivre; leur allure est en général assez compliquée; des analyses faites sur ces roches ont décelé des traces d'or là où le minerai contenait du cuivre; cet or est d'ailleurs absolument invisible dans les roches qui ne montrent même pas de pyrites. Or, dans les grandes pluies, les

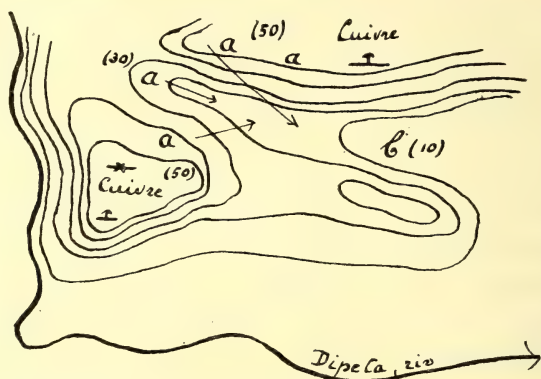


Fig. 2. — ESQUISSE TOPOGRAPHIQUE DU GISEMENT DE CUIVRE DE FUNGURUME (NORD-OUEST DE KAMBÔVE).

eaux dévalent des différents points *a* vers *b*, où elles se concentrent en rigoles pour s'écouler ensuite vers la rivière. En ce point *b*, là où la pente diminuant assez brusquement, les eaux déposent tout ce qu'elles entraînaient, on trouve, *après les pluies, et seulement après les pluies*, en lavant ces résidus d'entraînement, de l'or en paillettes et en grains. Il est certain que ces dépôts proviennent simplement du lavage des roches situées en *a*, à 200 mètres au plus du point *b*; il est certain que cet or, *en paillettes et en grains*, provient des roches *a* qui cependant ne renferment de l'or, *en traces*, que dans les couches cuprifères. Des recherches ont été faites dans tous les environs pour éclaircir ce fait et on n'a rien trouvé. D'où vient cet or?

A *Likasi*, autre beau gisement de cuivre, situé au Sud-Sud-Est de Kambôve, le fait est encore plus net. Ici, la colline (fig. 3) forme une masse plus ou moins elliptique, dirigée Nord-Sud, et dont les couches contiennent en moyenne 22 % de cuivre, 0^{gr}781 d'or et 41 grammes d'argent à la tonne. Lors des travaux d'étude effectués dans cette mine, on a creusé à l'Ouest quelques rigoles pour préserver des eaux courantes les habitations construites au même endroit. Pendant les pluies, les eaux descendent de la colline, passent sur les roches cupri-

fières, se précipitent vers les habitations et viennent se briser dans ces rigoles en y déposant les sables et graviers qu'elles entraînaient; en lavant ces dépôts, on y trouve des grains de malachite et des paillettes d'or. Quelques recherches que l'on ait faites, là aussi on n'a trouvé l'or en place que dans le minerai de cuivre, et invisible.

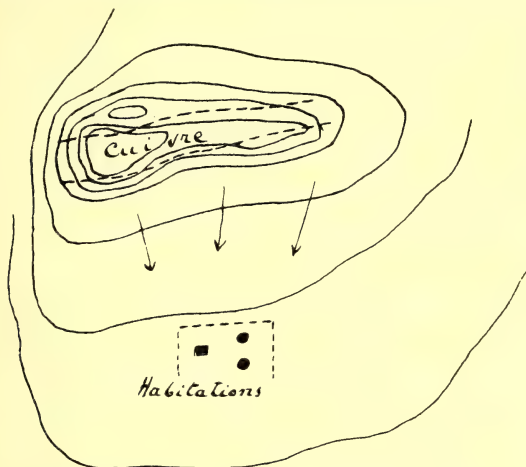


Fig. 3. — ESQUISSE TOPOGRAPHIQUE DU GISEMENT DE CUIVRE DE LIKASI
(SUD-SUD-EST DE KAMBÔVE).

Donc, dans ces deux gisements, il suffit d'une averse de quelques heures pour en amener des paillettes et des grains dans les débris des torrents ayant passé sur les couches qui ne contiennent que des traces du métal jaune.

Ces deux faits me semblent donc prouver que l'objection à ma théorie d'une *seule* venue de cuivre, fer, or et argent n'est pas inexplicable.

Est-ce à dire d'ailleurs que je me refuse à admettre la possibilité d'une autre venue filonienne ayant produit, dans la région minière du Katanga, des gisements de quartz aurifères? Évidemment non; je ne risquerai jamais une pareille affirmation. J'ai voulu seulement montrer qu'une telle hypothèse n'est pas nécessaire pour expliquer les dépôts de Kambôve. Peut-être le serait-elle pour expliquer la présence de l'or dans de petits ruisseaux, affluents de gauche de la Lufira, qui n'ont pas passé sur des gisements de cuivre connus; mais le peu d'importance de ces dépôts n'a pas amené encore de grandes recherches de ce côté; sera-t-elle nécessaire aussi pour expliquer le curieux gisement qui nous reste à examiner et où, cette fois, l'or se trouve à une teneur assez considérable dans des roches qui ne contiennent pas de cuivre?

**Or inclus dans des couches sédimentaires.
Gisement de Ruwe.**

Ce gisement constitue un type que je crois unique jusqu'à présent parmi les gisements aurifères connus. En effet, les couches qui renferment l'or sont nettement sédimentaires, mais sans être cependant formées de conglomérats comme les couches du Rand transvaalien; l'une d'entre elles est formée d'une limonite à globules quartzeux que je décrirai plus loin; enfin l'or existe associé au platine et à l'argent, et c'est, je pense, la première fois que l'on signale ces métaux associés dans des couches autres que des alluvions.

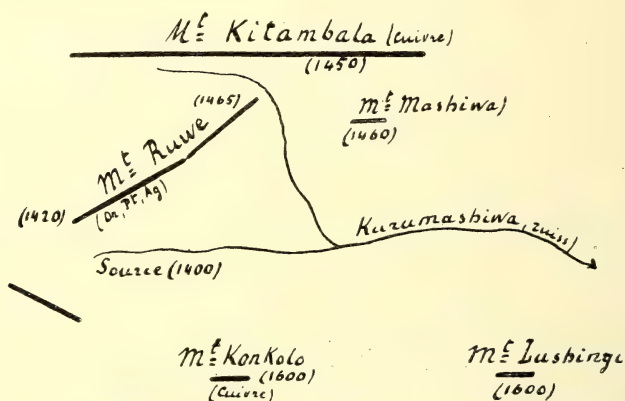


Fig. 4. — ESQUISSE DU GISEMENT AURIFÈRE DE RUWE (OUEST DE LUALABA).

La colline de Ruwe est située à 15 kilomètres à l'Ouest du Lualaba, près de la source d'un ruisseau nommé Kurumashiwa, sous-affluent de la même rivière. La figure 4 montre l'alignement des diverses collines qui entourent la source du ruisseau, ainsi que les altitudes. Toutes les roches qui forment ces collines sont des grès et des quartzites, inclinant vers le Nord d'un angle variable, plus faible dans le mont Ruwe que dans les autres monts. Quelques imprégnations de cuivre se remarquent dans des grès des monts Konkolo et Kitambala.

La première découverte du gisement a été faite, à l'aide du *pan*, en expérimentant sur les divers débris qui s'étendent près de la source. En remontant de place en place vers la colline, on découvrit que les diverses roches affleurant sur le versant Sud du mont Ruwe donnaient plus d'or que les débris de la vallée, et finalement on fit des analyses chimiques de divers échantillons prélevés dans ces roches, analyses qui

autorisèrent des travaux de recherches plus importants. Ces travaux consistèrent d'abord en tranchées recoupant les diverses couches de la colline, longues de 20 à 60 mètres, profondes de 1 à 10 mètres. Les résultats concordant toujours avec les premiers essais, on décida de foncer cinq puits de recherches sur le plateau de la colline, dans l'alignement même des couches qu'ils devaient recouper. Lorsque je quittai le Katanga, en décembre 1905, trois de ces puits étaient commencés et avaient atteint les profondeurs respectives de 12^m60, 10^m20 et 11 mètres.

La partie de la colline où ces travaux ont été faits est dirigée N. 60° E.; elle a la forme d'un plateau allongé s'inclinant plus ou moins brusquement vers le ruisseau Kurumashiwa. C'est sur le versant de ce ruisseau qu'affleurent les diverses couches qui nous intéressent, et la figure 5 en montre une coupe théorique. La partie qui forme immédiatement le sous-sol est d'ailleurs, jusqu'à des profondeurs variables de quelques décimètres à 10 mètres, le résidu de l'altération des roches sous-jacentes et du lavage des parties ainsi altérées. On y trouve des blocs de tous les bancs inférieurs, entremêlés dans du limon sablonneux, le plus souvent jaunâtre. Ce terrain, que j'appelle *terrain d'altération*, renferme toujours de l'or libre, dont parfois des pépites pesant de 1 à 4 grammes et ayant même atteint 10 grammes. Il présente deux aspects différents, selon qu'on l'examine en AB ou en BC. En BC, on trouve, recouvrant la surface du sol, une agglomération de blocs de grès, creusés de nombreuses cavités. En AB, on trouve des cailloux lourds, bruns, ressemblant à de la limonite et sur lesquels je reviendrai plus loin.

L'étude que j'ai faite des tranchées et des puits m'a amené à préciser comme suit la coupe des roches traversées. Ces roches inclinent vers le Nord de 20° environ, mais en profondeur l'inclinaison devient plus faible : 12° environ.

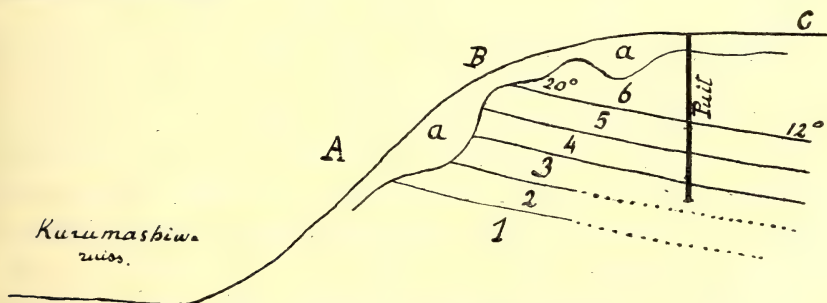


Fig. 5. — COUPE DU GISEMENT AURIFÈRE DE RUWE.

Je décris les diverses couches de haut en bas :

- 6b. — Quartzites compacts, gris, très durs.
- 6a. — Quartzites stratifiés, clivables, gris.
- 5. — Grès friable à éclat gras.
- 4b. — Grès cristallin ou vitreux, carié.
- 4a. — Grès carié, clivable, parsemé de taches noires.
- 3c. — Grès zoné.
- 3b. — Grès rougeâtre.
- 3a. — Sable blanc.
- 2. — Grès compact.
- 1. — Conglomérat limoniteux.

Je considère les roches 6a et 6b comme formant le toit du gisement. Toutes les autres couches renferment de l'or; essayées au *pan*, elles laissent toujours quelques paillettes d'or avec des grains sulfurés et d'autres parcelles qui ont été reconnues être du platine. La moyenne de vingt-quatre analyses faites sur des échantillons prélevés dans ces couches a donné, en grammes à la tonne métrique :

Or : 12.287.

Argent : 8.266.

Platine : 3.428.

Quelques couches indiquées ci-dessus méritent une description plus détaillée :

ROCHE 5. — Ce grès est formé de grains de quartz arrondis et de grains cristallins; parfois, mais rarement, il est parsemé de nombreuses cavités tapissées de cristaux de quartz; plus fréquentes sont les cavités recouvertes d'un enduit jaunâtre. Examiné à la loupe, il présente par places, petites mais très nombreuses, un éclat gras, bleuâtre. Quoique ce grès renferme sous forme de cailloux des parties très dures, il est en général assez friable. Dans les endroits où il a subi une altération, il a une teinte rougeâtre que sa poussière a presque toujours.

ROCHE 3c. — Cette couche est très reconnaissable et forme ainsi un très bon point de repère. C'est un grès, mais un grès clivable sous de très minces épaisseurs parallèlement à la stratification. Il est formé d'une superposition de lits de quartz vitreux, durs, enchevêtrés dans des lits de quartz granuleux. Il est généralement blanc. Au *pan* il m'a parfois donné des globules d'or, *absolument sphériques*, de 1 millimètre environ de diamètre.

ROCHE 3a. — Cette roche n'est pas précisément un sable, mais un grès à éléments blancs laiteux, formant des masses assez denses dans

la couche en place, mais qu'il est extrêmement facile de résoudre en ses éléments, rien qu'en les frottant avec la main.

ROCHE 1. — Cette roche est des plus intéressantes et mérite une attention particulière, d'autant plus que certains échantillons, prélevés d'ailleurs dans les parties altérées, ont donné 50^{gr} 161 et 21^{gr} 025 d'or à la tonne.

J'ai déjà dit qu'une partie du terrain d'altération renfermait des cailloux limoniteux. Ces cailloux, qui peuvent atteindre 50 décimètres cubes, sont arrondis, bleu foncé et, à première vue, on les prend pour de la limonite compacte. Mais si l'on étudie leur cassure à la loupe, on voit que leur structure est très complexe : c'est bien de la limonite, mais incrustée, imprégnée de petits globules de quartz; ces globules ont le plus souvent un quart de millimètre de diamètre; rarement ils atteignent 1 millimètre. Les plus petits sont sphériques, les plus gros ellipsoïdaux; ils sont sans éclat, presque opaques, un peu translucides; la limonite les moule complètement; ils s'en détachent assez facilement et laissent leur empreinte très nette sur la roche englobante. De nombreuses mesures faites sur des spécimens différents m'ont conduit à une moyenne de vingt globules par centimètre de longueur, soit huit mille globules par centimètre cube !

J'ai cru retrouver cette roche non altérée dans la couche 1, où elle donne l'aspect d'une brèche dont les éléments seraient fortement reliés entre eux; on y retrouve ces cailloux limoniteux à globules de quartz avec des cailloux argileux présentant une sorte de clivage.

Cette couche, à laquelle j'accorde une grande importance, n'avait pas encore été atteinte par les puits, lors de ma dernière visite à Ruwe.

L'épaisseur des couches 2 à 5 est de 5 mètres.

On voit par ce qui précède que le gisement de Ruwe forme un type tout particulier et qu'il serait des plus intéressants d'y faire des travaux de recherches dans le seul but de géologie pure, si les teneurs en métaux précieux ne commandaient même pas de tels travaux par les espérances qu'elles donnent sur sa valeur.

Les couches du mont Ruwe *semblent* être en concordance de stratification avec les couches des monts Konkolo et Kitambala qui sont un peu cuprifères; mais je n'ai pu, faute de temps et par suite de diverses circonstances, étudier la géologie des environs du gisement et il ne m'appartient donc pas d'émettre maintenant des hypothèses sur le mode de formation de ce gisement. Ces couches sont sans nul doute sédimentaires et proviennent donc de la destruction de roches plus anciennes. Si nous observons qu'elles appartiennent *très probablement*

au système de Katete, de M. Cornet, c'est-à-dire au sommet de son groupe non métamorphique (carbonifère? pars), — tandis que les minerais de cuivre me semblent au contraire imprégner des couches appartenant au sommet du groupe métamorphique (silurien?), — il ne serait pas impossible que le gisement de Ruwe résultât de la destruction de filons de même âge que celui des gisements de cuivre. Mais je n'émetts ceci que comme une idée que rien ne vient appuyer et que je suis prêt à abandonner lorsque les travaux effectués dans le gisement l'auront fait mieux connaître.

En terminant, j'attirerai encore l'attention sur l'association du platine avec l'or dans ces couches de Ruwe.

Ensival, le 14 juin 1904.



DES RELATIONS GÉNÉTIQUES

ENTRE LES

DIFFÉRENTS BASSINS HOUILLERS BELGES

PAR

X. STAINIER (4)

Docteur en Sciences naturelles.

Depuis que l'on sait qu'il existe en Belgique plusieurs bassins houillers, dont deux très importants, on ne peut manquer de s'étonner de voir tant de formations carbonifères réunies sur un si petit territoire, et l'on peut se demander quelles relations il a pu y avoir entre ces différents bassins au point de vue de leur origine. Ces bassins, aujourd'hui si éparpillés, ont-ils été réunis lors de leur formation dans un vaste synclinal couvrant à peu près toute la Belgique, et, dans l'affirmative, quand ce vaste bassin s'est-il tronçonné?

Unité d'origine des bassins belges.

§ 1. — *Bassin de Namur et bassin de Dinant.*

J'ai lieu de croire que parmi les géologues belges, l'accord est unanime pour admettre que lors de la période houillères ou du moins à son début, tous les bassins épars dans ces deux grandes divisions de nos

(4) Communication orale faite à la séance du 17 février 1904, par le président M. X. Stainier. Elle consistait en l'exposé — inédit alors — des résultats d'une étude manuscrite fournie par l'auteur aux *Annales des Mines de Belgique*. Le présent travail, dont la publication dans notre *Bulletin* a été réclamée par les auditeurs de la séance du 17 février, est constitué par la réunion des principaux extraits fournis par les deux premiers chapitres du travail, publié depuis dans les *Annales des Mines* (t. IX, 1904, pp. 411-450). Il comprend toutefois la reproduction *intégrale* du chapitre III et des *Conclusions*.

L'étude de M. Stainier, étant encore inédite lors de l'exposé oral fait à la séance du 17 février et se trouvant différer de la version détaillée et complète, publiée aux *Annales des Mines*, trouve donc légitimement sa place aux *Mémoires*, plutôt qu'aux *Traductions et Reproductions*. (NOTE DU SECRÉTARIAT.)

terrains primaires, que ces bassins, dis-je, ne faisaient qu'un. Cette vaste cuvette houillère devait même déborder fortement les limites aujourd'hui connues et jalonnées par les bassins marginaux. Vu l'accord dont nous venons de parler, nous pourrions considérer la chose comme acquise et passer outre, si une opinion contraire n'était pas professée par des géologues éminents, dont la compétence mérite qu'on s'arrête à ces vues contradictoires.

Pour démontrer l'unité d'origine de tous ces bassins, on peut recourir à trois preuves :

1° Dans ce qui nous reste de l'ensemble des bassins, il y a une telle uniformité de caractères que l'on ne saurait douter qu'ils n'aient fait partie d'un seul et même bassin.

2° Les allures et la distribution de ces bassins sont telles qu'on doit les considérer comme n'étant que des restes d'une formation beaucoup plus étendue.

3° Les caractères lithologiques des strates de nos bassins houillers ne permettent pas de les considérer chacun comme un bassin complet, avec toute la gamme des roches littorales et pélagiques que comporte un bassin marin complet. Donc de ce chef on ne peut les considérer que comme des restes de bassins plus étendus et plus complets.

Première preuve. — Ces deux grandes entités régionales de nos formations primaires, qu'on appelle le bassin de Dinant et le bassin de Namur, n'ont pas toujours eu les mêmes destinées. Ainsi, comme l'a si bien montré, le premier, M. J. Gosselet, le bassin de Dinant était recouvert par les eaux de la mer du Devonien inférieur, alors que le bassin de Namur en était indemne. Ce n'est qu'au commencement du Devonien moyen que la mer franchit le rivage formé par la bande silurienne du Condroz et que le bassin de Namur fut réuni au bassin de Dinant, dont il partagea dès lors les destinées. En effet, dès ce moment, la liaison des deux bassins est soulignée par l'analogie extrême, pour ne pas dire la similitude complète, des sédiments déposés de part et d'autre de l'ancien rivage.

Voilà donc acquis un premier point important pour notre démonstration. Au commencement de la période houillère, la vaste cuvette où allaient s'empiler les sédiments houillers était unique.

A ce moment précis, nous reprenons notre raisonnement, et nous disons que cette unité, qui avait prévalu jusqu'alors, ne s'est pas démentie et que, au contraire, elle n'a jamais été plus frappante que pour la période qui comprend le Houiller inférieur et le sommet du Calcaire

carbonifère. Pour démontrer notre affirmation, nous allons nous baser sur deux faits différents :

1° Les toutes dernières assises du Calcaire carbonifère en Belgique comprennent, généralement partout, une couche d'anhracite, qui n'est qu'à quelques mètres en dessous du Houiller. Il n'est pas possible d'admettre qu'une formation aussi spéciale ait pu se produire exactement au même moment et dans des conditions si identiques dans des bassins qui auraient été séparés. Tout indique, au contraire, qu'elle s'est déposée uniformément dans un seul et même bassin, très étendu.

2° Si nous passons maintenant au Houiller inférieur, là encore nous constatons qu'il présente les mêmes caractères lithologiques et fauniques, aussi bien dans un bassin que dans l'autre. Il est vrai que les bassins houillers de Dinant ne renferment que la base de la formation, mais cela tient à leur faible profondeur, qui ne permet de loger que cette partie inférieure. Rien n'empêche d'admettre que les strates plus élevées ont existé dans le bassin de Dinant, d'où elles ont été enlevées par érosion subséquente. Dans le bassin de Namur, plus profond, les strates supérieures ont été préservées.

Deuxième preuve. — La structure actuelle de notre grand massif primaire résulte des grands phénomènes tectoniques du ridement hercynien. A cette époque, le grand bassin unique, dont nous admettons l'existence, a été plissé et soulevé. Le terrain houiller, la dernière formation sédimentaire produite avant le ridement, a été naturellement la plus affectée. C'est lui qui a été soulevé le plus haut et qui formait la surface de toutes les rides. Rien d'étonnant donc à ce que l'érosion ultérieure ait surtout affecté ce terrain. Il n'a pu se conserver que là où se trouvaient les synclinaux les plus profonds. Partout ailleurs, il a été enlevé par érosion, et c'est ce qui explique l'éparpillement des bassins. Les rides du bassin de Dinant sont surtout nombreuses, mais toutes n'ont pas égale importance. D'une façon générale, on peut retrouver six grands synclinaux longitudinaux de Calcaire carbonifère, séparés par cinq anticlinaux de Devonien supérieur. Or, dans chaque synclinal, il y a un lambeau de terrain houiller préservé.

Que peut-on conclure de tout cela ? C'est que le Houiller s'est étendu jadis par-dessus tous les plissements du bassin de Dinant. Cela est si vrai qu'à de temps en temps une découverte accidentelle vient montrer la présence du terrain houiller en dehors des massifs connus.

Troisième preuve. — Si l'on admettait que les petits bassins houillers autour de Dinant se sont formés à peu près avec leurs dimensions habituelles, ce seraient de bien petits bassins, bien plus petits encore

que les bassins lacustres du plateau central de la France. Mais bien loin d'y rencontrer des dépôts d'eau peu profonde, on constate que l'assise des ampélites y montre, comme partout ailleurs en Belgique, un dépôt nettement pélagique, tant par sa faune que par ses caractères lithologiques. La même observation peut être émise pour le grand bassin de Namur. A part l'horizon de grès grossier passant localement au poudingue, que l'on trouve au sommet du Houiller inférieur, notre terrain houiller ne présente rien dans ses allures ni dans ses roches qui rappelle les dépôts littoraux ou de delta. Spécialement à la base, toutes les faunes sont marines, tous les sédiments sont fins et uniformes, toutes les stratifications sont régulières et semblables à celles de tous nos dépôts de grands bassins. Nulle part on ne voit les sédiments littoraux que le bassin de Namur devrait nécessairement présenter, comme aussi le bassin de Dinant.

Encore une fois donc, nous sommes forcément ramenés à la même conclusion : que tous nos bassins du Sud, grands et petits, ne sont que des fragments d'un grand bassin unique.

§ 2. — *Bassins du Sud (Namur-Dinant) et bassin de la Campine.*

Nos connaissances encore sommaires sur le bassin de la Campine ne permettent pas de résoudre d'une façon aussi certaine la question de la connexion des divers bassins. Mais nous savons déjà fort bien que dans l'Est de la Belgique, tout au moins pour leur étage inférieur, le bassin de la Campine et celui du Sud viennent en contact par l'intermédiaire du Limbourg hollandais. En est-il de même vers l'Ouest ? En d'autres termes, le terrain houiller s'est-il étendu jadis par-dessus le Brabant et les Flandres, mettant en communication le bassin de la Campine avec celui de Liège et du Hainaut ?

Ici la question commence à devenir fort hypothétique. Pour résoudre ce problème, une donnée de la plus haute importance nous manque. Cette donnée, c'est la façon dont se fait le contact du Houiller de la Campine sur les formations sous-jacentes. Tout ce que l'on peut dire, c'est que l'espace qui sépare les bassins n'est pas grand, ce qui rend leur connexion primordiale, sinon certaine, du moins vraisemblable. Cet espace devait être même moins grand que celui qui est indiqué sur nos cartes géologiques, parce que le bassin houiller Namur-Liège-Hainaut ne présente nulle part de facies littoraux ; ceux-ci pourraient donc avoir existé plus au Nord.

Époque de la séparation des bassins belges.

La conclusion qui se dégage des pages qui précèdent, c'est qu'il est presque certain que le Centre et le Sud de la Belgique ont été, au moins pendant le Houiller inférieur, le siège d'une vaste formation houillère, qui vraisemblablement se réunissait au bassin de la Campine. Ce point posé, on peut se demander quand ont commencé les phénomènes de plissement, puis d'érosion, qui ont provoqué le démembrement de la vaste cuvette carbonifère belge. Au premier abord, il semble que ce soit chose facile de répondre. On sait assez que pendant le Houiller supérieur et le Permien, de gigantesques poussées orogéniques ont affecté nos régions. Ces poussées sont celles du ridement hercynien. Il semble donc que c'est à cette époque qu'il faille faire remonter le bouleversement des bassins houillers belges. Mais il y a eu des mouvements précurseurs auxquels il faut attribuer les premiers démembrements de nos bassins, qui ont été accentués lors du Houiller supérieur, achevés et continués par les érosions poursuivies au cours de toutes les périodes géologiques subséquentes.

Admettant comme très probable l'unité de tous nos bassins belges, nous croyons que cette unité n'a pas duré très longtemps et qu'elle n'a pas persisté après le Houiller inférieur. Voici les arguments sur lesquels nous nous basons pour avancer cette opinion.

En étudiant attentivement les matériaux lithologiques qui constituent le terrain houiller, on peut se faire une idée de la structure géologique des terrains avoisinant les bassins houillers en voie de formation. Parmi ces matériaux, nous en distinguons qui présentent spécialement de l'intérêt pour notre sujet et que nous allons étudier.

1° *Cailloux roulés trouvés au sein des veines de houille.* — Comme roches déterminables, on trouve :

- a) Des cailloux d'un quartzite tout à fait particulier; de loin les plus nombreux;
- b) Des cailloux de charbon, jusque maintenant fort rares;
- c) Un caillou de poudingue houiller;
- d) Un caillou de calcaire.

Des découvertes récentes m'ont montré que les cailloux de quartzite provenaient de la destruction partielle d'une couche de quartzite qui termine au-dessus l'assise la plus inférieure du Houiller, celle des phtanites et ampélites sans houille.

Le caillou de calcaire provenait vraisemblablement d'un banc de calcaire interstratifié dans les zones inférieures du Houiller.

En résumé, on peut dire que toutes ces roches proviennent du terrain houiller et que les plus nombreuses proviennent du bord Nord du bassin de Namur.

2° *Grains de feldspath des grès et arkoses du Houiller.* — La présence de grains de feldspath est un fait bien connu dans tous nos bassins houillers belges. Le problème de la détermination de leur origine est d'une extrême complication. En effet, ce n'est pas seulement dans le Houiller que ce feldspath se retrouve. Dans presque toutes les roches arénacées au Sud de la Belgique, on le retrouve depuis la base du Devonien le plus inférieur jusque dans le Houiller. D'où peut provenir l'immense quantité des grains de feldspath éparpillés sur des étendues énormes dans toutes ces roches et à travers tant de périodes géologiques? Il y a déjà quelque temps, M. le professeur Renard a attribué la formation des arkoses de Haybes à la destruction de roches granitiques. Seules, celles-ci peuvent avoir fourni l'immense quantité de feldspath que l'on retrouve dans nos roches devoniennes et houillères. Il est donc bien certain que depuis la période devonienne inférieure jusqu'au Houiller au moins, il a dû y avoir, à proximité de la Belgique, un très important massif de roches granitiques, dont l'érosion a fourni les feldspaths et les grains de quartz de nos arkoses et de nos grès feldspathiques. Reste à savoir maintenant où pouvait se trouver ce massif, qui devait être très étendu.

Les roches granitiques ne pouvaient se trouver dans le massif siluro-cambrien du Brabant, qui s'étend depuis le Sud de l'Angleterre jusque dans le Centre de la Belgique, pas plus qu'elles n'existaient plus au Nord, en Hollande, par exemple, où elle aurait dû se trouver bien loin vers le Nord, puisqu'il est éminemment probable que la partie méridionale de la Hollande est occupée par du Houiller. D'ailleurs, si c'était vers le Nord qu'il fallait chercher l'origine du feldspath, c'est naturellement dans cette direction que l'on retrouverait le plus de feldspath et que ses grains seraient les plus volumineux. En avançant vers le Sud, ce minéral devrait devenir de plus en plus rare et de plus en plus fin. Or, en fait, c'est exactement le contraire.

Restent alors les régions au Sud de la Belgique. Nous croyons que c'est par là qu'il faut rechercher l'origine des matériaux de nos roches feldspathiques. Il est fort possible qu'il y ait eu dans le bassin de Paris, dont le substratum des roches secondaires nous est totalement inconnu, de puissants massifs de roches archéennes et granitiques,

formant vers le Sud l'ancien rivage de nos mers devoniennes et carbonifères. M. Gosselet a également été amené à admettre la présence d'un massif de roches granitiques dans le Nord de la France.

On peut conclure de ce qui précède que, au moins pendant toute la période du Houiller inférieur, il existait, dans le Sud de la Belgique, un vaste et unique bassin, où les cours d'eau venant du Sud amenaient les détritiques des massifs rocheux qui dans cette direction bordaient notre bassin.

Si l'on admettait, en effet, que les bassins du Sud de la Belgique ont toujours été isolés, on ne saurait comment expliquer la dissémination du feldspath dans tous ces bassins. Celui du Sud seul, bordant le massif granitique, aurait pu en contenir, les autres n'auraient pu en recevoir par suite de leur isolement et de l'absence certaine de roches feldspathiques sur leurs bords.

5° *Cailloux des conglomérats houillers*. — Nous possédons en Belgique un horizon de poudingue houiller. Il y a ensuite un horizon encore peu connu de poudingue, dans le bassin de Mons, qui a été signalé récemment par M. J. Cornet dans les strates les plus élevées de notre Houiller. Enfin, nous connaissons aussi des conglomérats locaux signalés dans le bassin de Liège.

A. *Poudingue houiller proprement dit*. — La question de la provenance des matériaux du poudingue houiller n'a encore fait l'objet que d'une seule étude suivie. Elle est due à un éminent géologue français, bien connu en Belgique, M. Ch. Barrois, dont je regrette vivement de ne pas pouvoir accepter les conclusions. Pour M. Barrois, les cailloux du poudingue proviendraient des limites mêmes du bassin de Namur, par démantèlement des assises du poudingue du Devonien moyen. Mais en ce point, les poudingues devoniens sont bien peu développés. En outre, notre poudingue ne ressemble, en quoi que ce soit, pas plus à eux qu'à aucun autre de nos poudingues devoniens. Le poudingue houiller ne renferme que des cailloux roulés, du feldspath et des cailloux de quartz. Nous avons dit plus haut quelle est l'origine de ce feldspath.

Quant au quartz, il provient, d'après nous, en partie du massif granitique du Nord de la France, en partie aussi de la destruction du Houiller inférieur, qui dans ses bancs de grès, surtout dans ses phytanites, se montre riche en filons de quartz. Les autres cailloux proviennent incontestablement des strates houillères inférieures au poudingue.

B. *Conglomérats du Houiller moyen et supérieur*. — D'une façon générale, on peut dire que les conglomérats du Houiller moyen sont formés

de roches houillères roulées. Dans le Houiller supérieur, M. J. Cornet a signalé la présence de conglomérats dans les strates les plus élevées du bassin de Mons et de celui du Pas-de-Calais. Depuis lors, ces mêmes conglomérats ont encore été signalés par M. Desailly et étudiés par M. Barrois. Le conglomérat de Mons se montre absolument identique, au point de vue lithologique, au poudingue houiller inférieur, au point qu'on les a confondus longtemps. Les conglomérats du Pas-de-Calais, d'après les descriptions, se montrent assez divers. On y trouve les mêmes caractères que dans le poudingue houiller inférieur, mais, en plus des roches houillères roulées et du quartz, on y trouve aussi, d'après M. Barrois, des quartzites siluriens, fait très important.

Conclusions. — Cette étude nous montre que parmi les matériaux lithologiques déterminables du Houiller, il y en a de deux espèces. Les uns, les grains de feldspath, sont d'origine granitique; d'autres sont d'origine silurienne. Nous dirons plus loin ce qu'il faut en penser. D'autres enfin, très nombreux, sont d'origine houillère.

Avant de parler des déductions qu'ils peuvent fournir par suite de leur âge, nous pouvons rappeler tout d'abord qu'ils nous apportent une preuve tangible d'une plus grande extension de nos bassins houillers, thèse soutenue dans les premiers chapitres de ce travail. Ils montrent, en effet, à la dernière évidence, que les strates houillères devaient s'étendre bien au delà de leurs limites actuelles, jusque sur les continents voisins, d'où les cours d'eau et les vagues les ont arrachées pour les mêler aux autres sédiments.

Mais ce n'est pas encore tout. Ils nous permettent de nous représenter, de commun accord avec les autres matériaux discernables, les conditions physiques générales qui prévalaient dans nos contrées pendant la formation des cuvettes carbonifères. Au commencement de la période houillère, le Sud, le Centre et peut-être aussi le Nord de la Belgique disparaissaient sous les eaux d'une vaste cuvette dont le bord Sud était frangé d'un grand massif granitique. Cet état de choses a duré pendant le dépôt de l'assise de Chokier (H1a) et des roches sous-jacentes au poudingue houiller (H1b). Cette cuvette était nettement pélagique, comme le prouvent, surtout vers le bas, le caractère lithologique des roches et la faune purement marine des strates en question. Les courants marins ont amené dans toute cette cuvette, concurremment avec d'autres éléments détritiques, des éléments arrachés au massif de granite.

Lors de la formation du poudingue houiller (H1c), les conditions physiques de la cuvette ont commencé à se modifier. Sous l'influence

des premières tendances de ridement, la cuvette a commencé à se subdiviser. L'axe siluro-cambrien du Brabant s'est soulevé, entraînant au-dessus des eaux l'épais manteau de roches devoniennes et carbonifères qui le masquait.

Vraisemblablement aussi, la crête du Condroz s'est soulevée, et les deux cuvettes secondaires qui devaient donner naissance au bassin de Namur et au bassin de Dinant, ont commencé à s'accroître.

Par suite de l'émersion du massif du Brabant, les roches houillères, notamment les phanites déposés précédemment sur ce massif, ont été émergées. Les cours d'eau ont érodé ces roches et ont transporté les matériaux les plus résistants dans la mer voisine; en même temps les matériaux feldspathiques et quartzeux continuaient à affluer du Midi, et ainsi s'est constituée la roche que nous connaissons sous le nom de poudingue houiller. Comme parmi les matériaux roulés du poudingue, il n'y a, à part le quartz et le feldspath, que des roches houillères, on doit en conclure que celles-ci s'étendaient fort loin vers le Nord, vraisemblablement jusqu'au bassin de la Campine. S'il en eût été autrement, et si le massif siluro-cambrien eût été nu, certes l'érosion en aurait entraîné les matériaux résistants que nous retrouverions dans le poudingue.

L'état de choses que nous venons de décrire a encore continué quelque temps, en s'accroissant toujours de plus en plus, si nous en jugeons par la composition des agglomérats du Houiller moyen et des cailloux roulés des couches de houille. Les bords des cuvettes houillères ont continué à se soulever, tandis que leur fond s'abaissait avec lenteur. C'est à cause de cela que, malgré une sédimentation des plus intenses, la profondeur des cuvettes ne paraît pas s'être modifiée notablement. C'est aussi à cause de l'émersion lente des bords des cuvettes que l'on voit des roches de plus en plus récentes, comme le poudingue houiller lui-même, et des couches de houille fournir des matériaux roulés que nous retrouvons dans les veines de charbon.

Lors du Houiller supérieur, l'accentuation et la différenciation des cuvettes avaient encore fait de notables progrès. L'érosion avait fait disparaître le manteau de roches qui masquait le massif siluro-cambrien du Brabant, et c'est ainsi que l'érosion a pu entamer ce massif et en mêler les quartzites aux cailloux roulés des poudingues du Pas-de-Calais.

A ce moment donc, très vraisemblablement, nos trois grandes cuvettes du bassin de Dinant, du bassin de Namur et du bassin de la Campine étaient constituées et séparées. Il ne restait plus aux plisse-

ments hercyniens et aux érosions subséquentes qu'à les accentuer encore davantage et à les isoler encore plus pour leur donner leur aspect actuel.

Si l'on étudie les transformations de la faune houillère en série verticale, on y trouve des faits qui viennent corroborer les preuves que j'ai tirées de l'étude lithologique. D'abord exclusivement marine, et même souvent vraiment pélagique, dans le Houiller inférieur, la faune ne tarde pas à devenir d'eau saumâtre ou d'eau douce dans le Houiller moyen et spécialement dans l'assise de Châtelet. Dans l'assise de Charleroi, du Houiller moyen, elle ne renferme plus, en fait de Mollusques, que des animaux d'eau douce. L'intense sédimentation des temps carbonifères a presque complètement rempli les bassins, et les communications avec l'océan sont fermées.

Essai de géographie régionale des bassins houillers belges.

On a cru pendant longtemps que c'était uniquement aux plissements hercyniens et aux érosions post-houillères que nos bassins belges devaient leur physionomie actuelle. Ce que nous avons dit dans les pages précédentes montre assez que cette physionomie était déjà ébauchée auparavant.

Bien plus, comme nous l'avons déjà dit plus haut, nous croyons même que des détails de structure, d'ordre secondaire, de ces bassins étaient déjà esquissés avant les plissements hercyniens. Ce sont ces détails de structure dont nous allons tenter la recherche partielle. Nous ne nous dissimulons nullement la difficulté de pareille tentative. S'il est déjà si difficile de retrouver les grands linéaments des géographies anciennes, combien il doit être plus délicat encore de retrouver les points de détail. Aussi nous savons que nous avançons sur un terrain mouvant semé de difficultés. Pour reconstituer la géographie régionale de nos bassins, nous n'aurons plus pour nous guider que l'étude des sédiments houillers et des fossiles qu'ils renferment. En supposant même très avancée cette étude — et le contraire est absolument vrai — il nous resterait encore pas mal de difficultés d'ordre théorique. Les lois de la sédimentation et de la distribution des êtres organisés sont encore fort mal connues, même pour nos formations actuelles. Et cependant nous n'avons pas d'autre guide que la comparaison avec les faits présentés par ces formations actuelles.

Malgré tant de pierres d'achoppement, nous ne voulons pas cependant nous abstenir complètement, car au fond de ces recherches de géographie régionale il y a plus qu'un vague désir de savoir. Il y a de graves problèmes de géologie appliquée et d'intérêt pratique. Il en est d'ailleurs toujours ainsi. C'est quand elle descend dans l'étude du détail que la science devient vraiment utilitaire.

Par suite de l'état peu avancé de nos connaissances, je me bornerai à étudier quelques points isolés, sans connexion immédiate, tels les premiers coups de crayon que le peintre jette sur sa toile pour assurer son ébauche.

§ 1.

Un des traits les plus visibles de notre ancien bassin houiller, c'est le grand bombement qui, dans la vallée du ruisseau de Samson, sépare le bassin de Liège de celui du Hainaut. On peut se demander quelles étaient les conditions géographiques de cette région pendant la période houillère. Nous allons voir, en nous basant sur l'étude des caractères lithologiques, paléontologiques ou chimiques des sédiments et des veines, si l'on peut tirer quelque éclaircissement à cet égard.

Caractères lithologiques.

1° *Puissance du Houiller inférieur (H₁)*. — L'épaisseur de l'étage houiller inférieur varie beaucoup en Belgique. Dans le bassin du Hainaut, la puissance maximum de l'étage est d'environ 550 mètres au méridien de Charleroi. Cette puissance diminue fortement vers l'Ouest et vers l'Est. Ainsi dans les environs de Namur, elle n'est plus que de 450 mètres environ.

Plus à l'Est, l'assise cesse d'être complète, ce qui empêche d'estimer sa puissance.

Dans le bassin de Liège, la puissance diminue au contraire en allant de l'Ouest à l'Est. Ainsi dans le plateau de Herve, la puissance de l'assise près de Magnée est de 500 mètres, d'après M. Purves. Aux Awirs, elle n'est plus que de 190 mètres. A Amay, cette puissance tombe à 180 mètres; et enfin à Andenne, le dernier point vers l'Ouest où l'assise soit complète, la puissance n'est plus que de 155 mètres. Comme conclusion donc, on peut dire que dans notre ancien bassin la puissance du Houiller inférieur va en diminuant suivant deux directions qui convergent vers l'anticlinal de Samson. On ne saurait dire exactement où se trouve le point de puissance minimum du

Houiller inférieur, mais en tout cas, si ce point n'est pas sur le bombement de Samson, il ne doit pas en être bien éloigné.

2° *Puissance du niveau de poudingue et de grès grossier.* — Le niveau le plus élevé de l'étage houiller inférieur, vulgairement appelé poudingue houiller, a une épaisseur qui semble varier en sens inverse de celui que nous venons d'indiquer pour l'étage tout entier. En effet, la puissance de ce poudingue semble diminuer en s'éloignant du bombement de Samson, aussi bien en allant vers l'Est que vers l'Ouest. L'épaisseur maximum que nous connaissons à cet horizon a été observée dans les environs d'Andenne, où elle est d'au moins 30 mètres. Vers Charleroi et vers Liège, cette épaisseur tombe à 10 mètres tout au plus. En même temps nous ajouterons que c'est aussi dans les environs d'Andenne que le volume des cailloux de poudingue est le plus grand. Malheureusement la variabilité du poudingue est très grande, ce qui empêche de voir si la modification dans sa puissance et dans la dimension de ses constituants suit une marche régulière.

3° *Puissance du grès de Salzinnes et de Neufmoulin.* — L'étage houiller inférieur renferme un horizon de grès grossier auquel j'ai donné les noms ci-dessus, le premier pour le bassin du Hainaut, le second pour le bassin de Liège. Or ce grès suit exactement le même genre de modification que le poudingue houiller, c'est-à-dire qu'il diminue de puissance et de volume des constituants en s'écartant du bombement de Samson, tant vers l'Est que vers l'Ouest. Il finit même par s'atténuer tellement et par changer si fortement de caractère qu'il devient indiscernable.

4° *Grès de Ham et grès de Flémalle.* — Le Houiller productif renferme un horizon de grès dans sa partie inférieure, auquel nous avons donné le nom de grès de Ham, dans le bassin du Hainaut, et dont nous avons reconnu le synchronisme avec le grès anciennement connu appelé grès de Flémalle par A. Dumont. Ce grès présente aussi le même genre de modification que les deux horizons de grès précités. Le grès de Flémalle est très épais et très grossier dans la partie la plus occidentale du bassin de Liège, où il se montre vers Saint-Georges et les Awirs-Flémalle. Il diminue de puissance et de grain en allant vers l'Est. Je l'ai suivi jusqu'à Herstal et la Chartreuse, mais il est fortement atténué et passe à un grès ordinaire. De même pour le grès de Ham, qui est surtout épais et grossier à Ham-sur-Sambre et qui diminue énormément vers l'Ouest, au point qu'il n'est quasiment plus discernable à l'Ouest du méridien de Châtelet.

5° *Puissance de l'assise de Châtelet.* — J'ai précédemment attribué

ce nom à l'ensemble des couches comprises entre le poudingue houiller et la première couche du Houiller réellement riche en charbon. Dans le bassin du Hainaut, son épaisseur varie en sens inverse de celle du Houiller inférieur, c'est-à-dire qu'elle augmente de l'Ouest vers l'Est. Ainsi, au charbonnage de Floriffoux, la stampe entre le poudingue et la veine Léopold est de 145 mètres. Cette même stampe est de 155 mètres au charbonnage de Pont-de-Loup, de 158 mètres au charbonnage du Boubier, puis elle tombe à 85 mètres au charbonnage de Forte-Taille, près de Charleroi. Pour la partie supérieure de l'assise qui va de la veine Léopold à la veine Gros-Pierre, la stampe est de 165 mètres à Falisolle, 167 mètres à Pont-de-Loup, 165 mètres au Gouffre et 170 mètres au Boubier. Elle ne paraît donc pas beaucoup varier dans le sens de la direction. Au charbonnage d'Amersœur, à l'Ouest de Charleroi, l'ensemble de l'assise n'a que 185 mètres, ce qui montre de la façon la plus évidente la diminution de puissance vers l'Ouest.

Dans le bassin de Liège, il semble que la puissance d'une partie au moins de l'assise diminue de l'Est vers l'Ouest, comme paraissent l'indiquer les chiffres suivants. Nous avons réuni ces chiffres par série pour comparer des stampe situées sur les mêmes allures en direction.

Puissance de la stampe comprise entre la veine Grande-Pucelle (= Désirée, Grande veine d'Oupeye, etc.) et la veine Stenaye :

Première série, de l'Ouest à l'Est : Bon-Espoir, aux Awirs, 140 mètres; Baldaz-Lalore, 180 mètres; Artistes-Xhorré, 220 mètres;

Deuxième série de l'Ouest à l'Est : Val-Benoît, puits Perron, 180 mètres; Val-Benoît, puits Val-Benoît, 195 mètres; Chartreuse, 205 mètres;

Troisième série, isolée : Yvoz, 200 mètres;

Quatrième série, isolée, mais plus au Nord-Est que toutes les autres : Abhooz, 240 mètres.

Enfin, nous dirons qu'à Bon-Espoir aux Awirs, le seul point où l'ensemble de l'assise soit connu avec certitude, celle-ci a une épaisseur de 520 mètres, donc sensiblement égale à la moyenne des puissances de la même assise de Châtelet dans le bassin de Charleroi. Il est à regretter que les renseignements que nous possédons soient encore si éparpillés, ce qui empêche de généraliser trop hâtivement les conclusions que l'on pourrait tirer des chiffres que nous venons de donner, aussi bien pour le Hainaut que pour Liège.

6° *Variation lithologique de petits horizons du Houiller.* — La variation des roches est si grande dans notre Houiller qu'il serait difficile pour le moment de saisir la loi qui préside à ces variations. Leur

étude nécessitera d'ailleurs un nombre de faits tellement énorme qu'elle demandera un travail des plus considérables. Un seul fait m'a frappé jusque maintenant, c'est la transformation graduelle que présente dans nos deux grands bassins la roche qui se trouve au toit d'une des belles veines de la base du Houiller productif : je veux parler de la veine Gros-Pierre du Hainaut (= Ahurie, Lambiotte, etc.)-et de la veine Stenaye de Liège (= Chaineux, Jawenne, Grande Dacque, Grande Veine des Dames, etc.). Ces deux veines sont bien certainement synchroniques. Or dans le bassin du Hainaut, en allant de l'Est vers l'Ouest, on voit le toit de la couche formé d'un schiste très fin feuilleté passer graduellement à du schiste psammitique, puis à du psammite, puis à du grès. Cette transformation peut se suivre dans une direction qui est bien celle de l'axe du bassin, à travers les charbonnages de Ham-sur-Sambre, Arsimont, Falisolle, Oignies-Aiseau, Aiseau-Presles et Pont-de-Loup, charbonnages qui sont exactement dans le prolongement des mêmes allures (1).

Dans le bassin de Liège, la même variation peut se suivre pour le toit de la couche correspondante, mais en sens inverse, c'est-à-dire de l'Ouest vers l'Est. En effet, vers Engis-Awirs, le toit de la veine est formé par du schiste finement feuilleté, qui passe graduellement à du schiste psammitique et à du psammite dans la partie centrale du bassin. Plus loin, en continuant vers le Nord-Est, la variation se reproduit en sens inverse et on repasse vers Herstal à du schiste alternant avec du grès (Bonne-Espérance), pour arriver à du schiste non mélangé (Abhooz).

Nous dirons plus loin qu'à Liège comme dans le Hainaut la variation lithologique régulière s'accompagne d'une variation paléontologique non moins régulière.

Caractères chimiques.

Dans une étude précédemment publiée (2), nous avons montré que si l'on suit dans nos bassins les couches parallèlement au grand axe du bassin, la composition des couches varie, chimiquement parlant, d'une façon bien systématique. En partant du bombement de Samson, aussi bien vers l'Est que vers l'Ouest, la teneur des charbons diminue en carbone fixe jusque près de Mons d'un côté et de Liège de l'autre.

(1) Voir à ce sujet : X. STAINIER, *Matériaux pour la faune du Houiller de Belgique* (2^e note). (ANN. SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, 1901, t. XX, p. 43.)

(2) X. STAINIER, *Des rapports entre la composition des charbons et leurs conditions de gisement*. (ANN. DES MINES DE BELGIQUE, 1900, t. V.)

Au delà, cette teneur remonte de part et d'autre. Il y a donc là, semble-t-il, une variation présentant une allure symétrique avec quelques-unes de celles que nous avons déjà signalées pour les modifications lithologiques. Pour celles-ci comme pour les variations chimiques, on peut en tout cas conclure que le bombement de Samson constituait, à l'époque houillère, un point singulier de notre bassin.

Caractères paléontologiques.

Les éléments fauniques extrêmement nombreux que j'ai recueillis jusque maintenant dans notre terrain houiller de Belgique ne se prêtent pas encore à des essais de synthèse. Je ne puis donc encore ici que jeter en avant quelques faits isolés.

J'ai tout d'abord à signaler le fait, auquel j'ai déjà fait allusion plus haut, que le niveau fossilifère au toit de la veine Gros-Pierre = veine Stenaye, subit des modifications lithologiques. Partout où ce toit est formé de schiste fin, on y trouve abondamment des restes de poissons et parfois aussi d'*Anthracomya*. Ces restes se raréfient et disparaissent totalement quand la roche passe à du psammite, puis à du grès. Le fait se vérifie dans les deux bassins.

Il y a dans l'assise de Châtelet un des horizons fossilifères les plus remarquables du terrain houiller. C'est celui que l'on trouve au toit de la veine Sainte-Barbe de Floriffoux. Ce niveau présente son caractère le plus accentué de niveau marin, pélagique avec nodules de calcaire, surtout dans la partie centrale du bassin de la Basse-Sambre. En s'approchant des bords du bassin, ce caractère s'atténue au point de disparaître parfois complètement et il en est de même en s'avancant vers l'Ouest. J'ai retrouvé le même horizon fossilifère dans le bassin de Liège, mais il ne commence à présenter son caractère marin qu'à proximité de Liège et ce n'est que sur le plateau de Herve qu'il prend complètement les mêmes caractères pélagiques que dans la Basse-Sambre. Enfin, il est un fait que l'on peut signaler, c'est que ce sont surtout les niveaux fossilifères du Houiller inférieur qui sont persistants et très étendus, tandis que ceux du Houiller supérieur sont parfois extrêmement localisés.

CONCLUSIONS

De l'étude que nous venons de faire, il ne semble pas se détacher au premier abord quelque chose de bien net au sujet de la question du bombement de Samson. Il semblerait même, à en juger d'après ce que

nous avons dit de l'épaisseur des sédiments, qu'il y ait là des faits contradictoires. Je crois que cette contradiction tient à l'ignorance où nous sommes des lois suivant lesquelles s'accumulent les sédiments.

Ce qui ressort très nettement de ce que nous avons dit, c'est que la région du bombement de Samson constituait déjà, au moment où se formait le terrain houiller, un point singulier présentant des caractères spéciaux et à partir duquel, tant vers l'Est que vers l'Ouest, on marchait vers des régions présentant d'autres caractères tant au point de vue lithologique que paléontologique et chimique. C'est tout ce que l'on peut affirmer avec certitude pour le moment.

§ 2.

Nous venons de voir que déjà à l'époque houillère, la grande vallée carbonifère du bassin de Namur présentait, tout au moins vers Samson, un indice de division dans le sens du grand axe du bassin. Or celui-ci présente actuellement dans l'ensemble une allure dans le sens transversal, allure qui est en forme de cuvette, avec un fond et des bords inclinés.

On peut se demander si cette allure est originelle ou si elle est simplement la résultante des plissements hercyniens. Je crois que la première supposition est la vraie et je vais essayer de montrer que déjà pendant que se déposaient les sédiments du Houiller inférieur, le grand bassin belge se composait de cuvettes secondaires, dont l'une devait devenir plus tard, par l'effet des plissements, la cuvette isolée du bassin de Namur. Il me suffira pour cela de démontrer que, au point de vue de la sédimentation, ce que nous appelons aujourd'hui l'axe du bassin se présentait dans des conditions différentes des bords de la cuvette, pour conclure qu'il y avait, à l'époque de cette sédimentation, au moins une esquisse de cuvette.

Par suite de la profondeur du bassin, nous ne savons guère ce qui se passe au point de vue des sédiments dans l'axe du bassin. Nous serons donc obligés de restreindre nos recherches au voisinage du bombement de Samson, là où le peu de profondeur du bassin permet l'étude simultanée des bords et du fond.

Nous n'aborderons l'étude que de trois faits différents :

1° Le niveau du poudingue houiller présente dans la région un point de repère précieux et des plus reconnaissables. Or, en faisant dans la région d'Andenne une coupe transversale du bassin, il y a un fait qui est très remarquable. Il y a dans cette région cinq bandes de

poudingue houiller. La bande centrale a près de 30 mètres d'épaisseur et elle est formée de cailloux parfaitement roulés et volumineux, ayant parfois jusqu'à 0^m10 de diamètre. C'est un vrai poudingue, le plus remarquable du Houiller belge. En partant de cette bande, aussi bien vers un bord que vers l'autre, l'épaisseur de l'horizon diminue énormément en même temps qu'il y a une réduction corrélative du volume des éléments constitutifs. Ainsi dans la première bande, vers le Sud, le poudingue n'a plus que 16 mètres de puissance, avec des intercalations schisteuses et des éléments beaucoup moins volumineux. La deuxième bande au Sud n'a plus que 9 mètres de puissance et n'est formée que d'un grès grossier feldspathique. Vers le Nord, la première bande a aussi 15 mètres de puissance et des intercalations schisteuses. La deuxième au Nord, moins nettement visible, paraît encore plus réduite et ses éléments sont en tout cas fortement atténués.

Sur le bord Nord du bassin de la Basse-Sambre, à Spy, nous avons pu faire une observation partiellement semblable. Il y a là un petit bassin secondaire qui, par suite de son peu de profondeur, se prête bien à l'observation. La galerie d'écoulement du charbonnage a traversé trois bandes de poudingue situées sur le bord Sud de ce petit bassin secondaire. La plus centrale de ces bandes a 20 mètres de puissance; puis, vers le Sud, vient une bande de 15 mètres (y compris des intercalations psammitiques), puis la troisième bande n'a plus que 10 mètres et est encore plus schisteuse. Or, en développant les plis, il n'y aurait que 220 mètres entre la première et la deuxième bande, et 550 mètres entre la deuxième et la troisième.

2° J'ai essayé de voir si dans le Houiller productif il y a des variations systématiques dans la puissance des stampes stériles qui séparent les couches. La solution de cette question nécessite la récolte et la mise en œuvre d'un nombre si considérable de faits que mon travail, quoique commencé depuis longtemps, n'est pas encore suffisamment avancé pour que les résultats en soient acquis. Il y a cependant un fait qui paraît incontestable. C'est que sur l'extrême bord Nord du bassin du Hainaut, depuis Namur jusque dans le Centre, la puissance des stampes stériles est notablement moins forte que dans les régions plus centrales ou plus méridionales du bassin. Dans l'hypothèse de la cuvette à deux bords symétriques, nous devrions évidemment retrouver, sur le bord Sud du bassin, une diminution d'épaisseur correspondant à celle qui existe sur le bord Nord. Or, nous venons de dire que les sédiments sont aussi épais dans la partie méridionale que dans la partie centrale. Ce fait peut être expliqué aisément, je pense.

En effet, nous ne connaissons que peu ou pas le bord Sud de notre bassin houiller. Celui-ci a été morcelé et caché par des failles et des chevauchements qui ont une ampleur considérable. Presque partout ce bord est enfoui sous des terrains plus anciens refoulés sur lui. Ce que nous appelons bord Sud, n'est pas en réalité le bord. Celui-ci ne nous est pas connu. J'étais déjà arrivé à une conclusion semblable par l'étude que j'avais faite des variations de composition chimique des charbons suivant des droites transversales au grand axe du bassin (1).

J'ai montré, en effet, que les charbons sont toujours plus gras, en Belgique, sur la limite Sud du bassin, et pour expliquer cette dissymétrie j'ai dû supposer comme ici que le vrai bord Sud se trouvait plus loin et que là se trouvaient les charbons plus maigres faisant le pendant des charbons plus maigres du bord Nord.

Un autre fait qui ressort aussi de mes études sur la variation des stampes, c'est que celles-ci varient beaucoup moins dans la partie moyenne du Houiller productif que dans les parties extrêmes supérieures ou inférieures. Ainsi dans l'assise de Châtelet, la variabilité des stampes est très grande et assez systématique. Pour illustrer ce fait, je donne ci-dessous deux séries de stampes prises transversalement à l'axe du bassin, à peu près au même endroit et immédiatement superposées. L'une appartient à l'assise de Châtelet, l'autre à la base de l'assise de Charleroi. La première montre une augmentation régulière et notable vers le Sud, l'autre une constance très remarquable.

	PREMIÈRE SÉRIE. — Stampe Veine Léopold à Veine Gros-Pierre.	DEUXIÈME SÉRIE. — Stampe Veine Gros-Pierre à Veine Huit-Paumes.
Nord de Gilly	155 mètres.	35 mètres.
Gouffre	163 —	37 —
Pont-de-Loup	167 —	34 —
Carabinier	182 —	37 —
Ormont	192 —	35 —

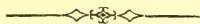
J'ai eu l'occasion de vérifier aussi le bien fondé d'une observation déjà publiée par M. Alph. Briart. Si l'on suit sur une grande étendue

(1) X. STAINIER, *Des relations entre la composition, etc.*, pp. 60 et suiv., et 118 et suiv.

plusieurs couches superposées, on voit que l'ensemble des stamper reste à peu près égal. En effet, si une stampe devient localement plus épaisse, on remarque une diminution corrélative d'autres stamper, ce qui rétablit le parallélisme général.

3° Il y a une question qui m'a toujours vivement préoccupé et pour la solution de laquelle je recueille des matériaux. Leur mise en œuvre n'est pas non plus assez avancée pour pouvoir être publiée. Je veux parler de la question de savoir s'il y a des lois qui président aux variations de puissance des couches de charbon elles-mêmes. On comprend quel intérêt pratique présenterait la solution de semblable problème. Dès maintenant cependant, dans le bassin de Charleroi, où mes travaux sont plus avancés, je crois remarquer nettement que la puissance en charbon d'une veine varie en raison inverse de l'épaisseur des stamper stériles. Les veines sont donc plus épaisses là où les stamper s'amincissent et vice versa. Ainsi donc, les veines doivent être plus épaisses sur le bord Nord du bassin où, comme nous l'avons dit plus haut, les stamper sont plus faibles. Et c'est bien ce que l'on constate en réalité. En règle générale, il me semble que dans le bassin de Charleroi, les veines sont plus épaisses en s'approchant des bords de la cuvette houillère. Cela se voit fort bien en allant vers le bord Nord, vers l'Est et vers le bombement de Samson. Les veines s'appauvrissent en se rapprochant de l'axe du bassin et en allant vers l'Ouest, et cela jusqu'à un méridien non encore précisé, au delà duquel les veines s'enrichissent de nouveau dans le bassin du Centre. Il y a donc là une variation systématique parallèle à celle que j'ai indiquée pour la composition chimique des charbons et pour la puissance du poudingue houiller et des stamper du Houiller inférieur. J'espère bien pouvoir, plus tard, démontrer ces faits plus nettement par des diagrammes appropriés.

Je dépose ici la plume en insistant sur le caractère encore si dubitatif et si rudimentaire des faits que j'ai avancés dans mes recherches de reconstitution de géographie ancienne. Je les ai donnés plutôt à titre d'indication pour des recherches futures que comme des preuves péremptoires de vérités acquises. Je ferai mon possible pour qu'une nouvelle moisson de faits vienne infirmer ou confirmer mes conclusions.



LES

MOSASAURIENS DE LA BELGIQUE⁽¹⁾

PAR

LOUIS DOLLO

Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, à Bruxelles.

PLANCHE VI.

1. Introduction. — Continuant le classement des Reptiles fossiles du Musée de Bruxelles, — en vue de leur installation définitive dans la Galerie Nationale de l'Établissement, — j'ai été amené à faire diverses observations nouvelles sur les *Mosasauriens de la Belgique*, qui, comme on le sait, constituent, à eux seuls, la presque totalité des Mosasauriens recueillis dans l'Ancien Monde.

Je me propose de signaler, brièvement, ici, quelques-unes de ces observations, en attendant que les circonstances me permettent de les incorporer dans ma Monographie, en préparation.

2. Énumération des Mosasauriens de la Belgique. — Je reconnais, actuellement, les espèces suivantes :

1. *Mosasaurus giganteus*, Sömmerring, 1816.
2. — *Lemonnieri*, Dollo, 1889.
3. — *lonzeensis*, Dollo, 1904.
4. *Plioplatecarpus Marshi*, Dollo, 1882.
5. — *Houzeaui*, Dollo, 1889.
6. *Hainosaurus Bernardi*, Dollo, 1885.
7. — *lonzeensis*, Dollo, 1904.
8. *Prognathosaurus Solwayi*, Dollo, 1889.
9. — *giganteus*, Dollo, 1904.

(1) Mémoire présenté à la séance du 18 octobre 1904.

3. Plioplatecarpus et Phosphorosaurus. — 1. Grâce à de meilleurs matériaux, je me suis convaincu, récemment, que :

Phosphorosaurus, Dollo, 1889 (1) = *Plioplatecarpus*, Dollo, 1882 (2).

Phosphorosaurus Ortliebi, Dollo, 1889 (3) = *Plioplatecarpus Houzeaui*, Dollo, 1889 (4).

Les seconds membres des égalités ayant la priorité.

2. La synonymie de *Plioplatecarpus* devient donc (5) :

PLIOPLATECARPUS, Dollo, 1882.

1816. — *Lacerta*, Sömmerring (non Linné).

1822. — *Mosasaurus*, Conybeare.

1881. — *Leiodon*, Marsh (non Owen).

1889. — *Oterognathus*, Dollo.

1889. — *Phosphorosaurus*, Dollo.

5. *Mosasaurus*, *Hainosaurus* et *Prognathosaurus* ont un Frontal large, triangulaire, à bords latéraux convergeant en avant.

Ce qui a pour résultat de placer les Orbites essentiellement de côté.

Plioplatecarpus a un Frontal très étroit, à bords latéraux parallèles.

Ce qui a pour effet de tourner les Orbites vers le haut.

4. Plioplatecarpus Marshi et Plioplatecarpus Houzeaui.

— Il importe que ces deux espèces soient bien définies, — ce qui n'a pas été fait jusqu'à présent, — car toutes deux ont concouru à établir l'Ostéologie du Genre *Plioplatecarpus*, Dollo, 1882, — si intéressant par sa Dentition réduite (6), par son Quadratum rappelant la Caisse tympanique des Cétacés (7), par son Canal basioccipital médian (8),

(1) L. DOLLO. *Première note sur les Mosasauriens de Mesvin*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). 1889. Vol. III. p. 279.

(2) L. DOLLO. *Nouvelle note sur l'ostéologie des Mosasauriens*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). 1892. Vol. VI. p. 222.

(3) L. DOLLO. *Mosasauriens de Mesvin*, etc. p. 279.

(4) L. DOLLO. *Nouvelle note*, etc. p. 221.

(5) L. DOLLO. *Nouvelle note*, etc. p. 222.

(6) L. DOLLO. *Nouvelle note*, etc. p. 222.

(7) L. DOLLO. *Première note sur les Mosasauriens de Maestricht*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). 1890. Vol. IV. p. 157.

(8) L. DOLLO. *Notes d'ostéologie erpétologique*. ANN. SOC. SCIENT. BRUX. 1885. Vol. IX. p. 319.

par l'absence d'une puissante Nageoire caudale (1) et par ses fortes Nageoires antérieures (2).

On se souviendra, en effet, que le *Plioplatecarpus Marshi*, Dollo, 1882, a fourni les caractères du Prémaxillaire (1889), des Dents (1882), du Quadratum (1890), du Canal basioccipital (1885), des Hæmapophyses (1882) et des Membres antérieurs (1882).

Le *Plioplatecarpus Houzeaui*, Dollo, 1889, la description de la Mandibule (1889), la Formule de la Colonne vertébrale (1892) et les Proportions des diverses Régions du corps (1892).

— Cela posé, le *Plioplatecarpus Houzeaui* diffère du *Plioplatecarpus Marshi*, notamment :

1. Par ses Dents ;

2. Par son Quadratum.

1. *Dents*. — Les Dents du *Plioplatecarpus Marshi* sont plus longues, plus grêles et plus recourbées que celles du *Plioplatecarpus Houzeaui*.

2. *Quadratum*. — Comparé au Quadratum du *Plioplatecarpus Marshi*, celui du *Plioplatecarpus Houzeaui* :

Est, très sensiblement, plus large, à cause de l'expansion de l'Aile tympanifère, d'une part, et de la projection de l'Apophyse infracolumellaire, d'autre part ;

Présente, dans la partie supérieure de son Bord tympanifère, une profonde Échancrure, qui manque au *Plioplatecarpus Marshi* ;

Possède une Apophyse supracolumellaire libre à l'extrémité, et sur laquelle la Surface articulaire squamoso-quadratique vient se terminer autrement que chez le *Plioplatecarpus Marshi* ;

A une Fossette suprastapédiale moins enfoncée dans la direction de l'Échancrure columellaire que celle du *Plioplatecarpus Marshi* ne l'est vers son Canal columellaire ;

Montre une Surface articulaire quadrato-mandibulaire de forme triangulaire presque équilatérale, au lieu qu'elle soit piriforme, comme dans le *Plioplatecarpus Marshi*.

— Le Bord tympanifère du Quadratum est dépourvu de Rainure tympanifère chez le *Plioplatecarpus Houzeaui* comme chez le *Plioplatecarpus Marshi*, — alors que cette Rainure est si bien marquée chez le *Mosasauros giganteus*, par exemple (3).

(1) L. DOLLO. *Nouvelle note*, etc. p. 251.

(2) L. DOLLO. *Nouvelle note*, etc. p. 251.

(3) L. DOLLO. *Mosasauriens de Maestricht*, etc. Pl. VIII, fig. 1.

La Membrane tympanique se présentait donc dans des conditions très différentes pour les genres *Mosasaurus* et *Plioplatecarpus*.

Chez le *premier*, la nature du Quadratum montre que la Membrane tympanique devait être une membrane mince et transparente, ayant l'aspect de la Membrane tympanique des *Varanidæ*.

Chez le *second*, la Membrane tympanique est un Opercule calcifié, qui ferme l'ouverture du Quadratum bulloïde, mais qui est libre sur tout son pourtour, donc mobile.

La fonction de la Membrane tympanique de *Mosasaurus* est, évidemment, la fonction usuelle de cette membrane, c'est-à-dire de servir à l'Audition dans les conditions ordinaires.

Mais quel pouvait bien être l'usage de l'Opercule tympanique de *Plioplatecarpus*?

Un simple avertisseur des agitations de l'eau ambiante? Et pourquoi cette transformation?

Pendant très longtemps, je n'ai pu m'en faire la moindre idée, et c'est la raison pour laquelle je figure seulement aujourd'hui le curieux Quadratum du *Plioplatecarpus Houzeaui*, qui n'est pas nouveau pour moi.

Maintenant, la signification de l'Opercule tympanique semble s'éclaircir par les passages suivants :

« In most water-tortoises the tympanic membrane is thin and quite exposed ; in land-tortoises it is often thick and covered by the ordinary skin ; lastly, in *Chelone* the tympanic cavity is filled with a plug of the much-thickened skin, possibly in adaptation to the water-pressure when these creatures dive to considerable depths (1). »

« Der Wal hat einen nahezu obliterirten Gehörgang. Das Lumen, welches gegen das Trommelfell zu noch vorhanden ist, ist mit abgestossenen Gehörgangsepithelien ausgefüllt. Dem Trommelfell ist daher die Möglichkeit, durch Schallwellen nennenswerth bewegt zu werden, entzogen. »

« Das Trommelfell ist *dick und undurchsichtig*. »

« Dem Wal-Labyrinth können Schallwellen weder durch Vermittlung des schwingungsunfähigen und dazu noch vom Hammer fast gelösten Trommelfells noch durch das verstopfte runde Fenster in nennenswerther Weise zugeführt werden. »

(1) H. GADOW. *Amphibia and Reptiles*. CAMBRIDGE NATURAL HISTORY. Vol. VIII. Londres, 1901. p. 330.

« Der Wal vermag in ungeheure Tiefen zu tauchen, bis zu 1000 M. hinab, wie das feststeht (1). »

D'après cela, *Mosasaurus*, — avec sa Membrane tympanique mince, — aurait été un *Mosasaurien nageur*, vivant près de la surface de l'Océan.

Et *Plioplatecarpus*, — avec sa Membrane tympanique calcifiée, — un *Mosasaurien plongeur*, descendant à des profondeurs plus ou moins considérables.

Avons-nous d'autres indices d'une pareille différence de mœurs?

Oui, dans le large Canal Basioccipital Médian (2) de *Plioplatecarpus*, Canal qui manque à *Mosasaurus*.

Car ce Canal montre que les grands troncs en jeu dans la Circulation cérébrale étaient relégués dans la profondeur de la tête et du cou chez *Plioplatecarpus*.

Or, ce caractère est une *Adaptation pour plonger* à une distance énorme de la surface de l'Océan, puisqu'on retrouve une Circulation céphalique du même ordre chez les Cétacés (3) :

« Bei allen Landsäugethieren besteht eine vordere und eine hintere Ernährung des Gehirns, vorn durch die Carotis int. oder, wo diese obliterirt, also bei den Wiederkäuern, durch die Maxillaris int., hinten durch die Art. vertebralis oder durch die Art. occipitalis. »

« Sowohl RAPP wie STANNIUS sprechen von der Carotis interna der Zahnwale, allein die beiden merkwürdigen Facta, dass sie durch die Paukenhöhle geht und sich zur Dicke eines Fadens verjüngt, sind von keinem der sonst so gründlichen Autoren erwähnt. »

« Die Obliteration der Carotis interna bei *Phocaena* in ihrem Verlauf durch die Paukenhöhle legte mir die Frage nahe, in welcher Weise der Ersatz für dieselbe als wichtigstes blutzuführendes Gefäss des Gehirns sich gestalte. Zur Entscheidung derselben standen mir 4 abgeschnittene Köpfe von *Phocaena* zur Verfügung. Ich injicirte 2 Köpfe von den Hauptarterien des Halses, der Carotis externa und der Occipitalis aus — eine Vertebralis hat *Phocaena* nicht. Trotz maximalen Injectionsdruckes blieben die Arterien des Cavum cranii vollkommen frei von Injectionsmasse. »

« Es besteht also bei *Phocaena* die sehr merkwürdige und bisher unbekannte Einrichtung, dass das ganze Gehirn arteriell ausschliesslich vom

(1) G. BOENNINGHAUS. *Das Ohr des Zahnwales*. ZOOL. JAHRB. (Anat. u. Ontog.). Vol. XIX. 1904. pp. 259, 280, 281 et 343.

(2) L. DOLLO. *Notes d'ostéologie*, etc. p. 319.

(3) G. BOENNINGHAUS. *Ohr des Zahnwales*, etc. pp. 277. 340, 342, 343 et 345.

Wirbelcanal aus versorgt wird und zwar durch enorm erweiterte Artt. meningeae spinales. »

« Der Wal vermag in ungeheure Tiefen zu tauchen, bis zu 1000 M. hinab, wie das feststeht. In solcher Tiefe lastet ein sehr starker Wasserdruck auf ihm, und auch ein schwächerer dürfte sehr wohl im Stande sein, seine Carotis am Halse zu comprimiren. Das würde beim tiefern Tauchen zu einer schlechten Blutversorgung des Gehirns führen. *Durch die ausschliessliche Ernährung des Gehirns vom incompressiblen Spinalcanal aus ist eine Circulationsstörung im Gehirn beim Tauchen ausgeschlossen, und so haben wir denn in dieser Einrichtung eine ganz ausgesprochene Anpassungserscheinung an das Leben im Wasser zu erblicken. »*

« Eine ähnliche, wenn auch nicht so vollkommene Emancipirung vom äussern Druck vollzieht sich beim Wal nun auch im *venösen* Blutlauf des Schädels. »

« Die arterielle *Blutversorgung des Gehirns* geschieht beim Wal vom Wirbelcanal aus durch enorm erweiterte Artt. meningeae spinales. Auch der Abfluss des venösen Blutes aus dem Gehirn findet zum grössten Theil durch den Wirbelcanal statt. Durch diese Verlegung der Blutzufuhr und -abfuhr in den incompressiblen Wirbelcanal ist die Blutcirculation im Gehirn der Beeinflussung durch den Druck des Wassers entzogen, eine notwendige Voraussetzung für das Hinabtauchen in grössere Tiefe. »

Phénomènes de Convergence spéciaux à *Plioplatecarpus* et aux *Cétacés* : Quadratum bulloïde rappelant la Caisse tympanique + Membrane du Tympan incapable de vibrer + Grands Troncs de la Circulation cérébrale relégués dans la profondeur de la tête et du cou.

Résultat de l'influence de *Conditions d'Existence analogues* chez les *Mammifères pélagiques* et chez les *Reptiles pélagiques*.

Je me propose de revenir en détail sur cette question.

En résumé :

Mosasaurus, — par sa forte Dentition, par ses Orbites latérales, par sa Membrane tympanique mince, par l'absence de Canal Basioccipital Médian, par son long Thorax, par sa puissante Nageoire caudale et par ses petites Nageoires antérieures, — aurait été un *Mosasaurien nageur*, vivant près de la surface et capable de capturer à la course de formidables proies.

Plioplatecarpus, — par sa Dentition réduite, par ses Orbites tournées vers le haut, par sa Membrane tympanique calcifiée, par son Canal Basioccipital Médian, par son court Thorax, par sa Nageoire caudale peu développée et par ses fortes Nageoires antérieures, — aurait été

un *Mosasaure* plongeur, descendant à des profondeurs plus ou moins considérables et se nourrissant de faibles proies.

5. *Prognathosaurus Solvayi* et *Prognathosaurus giganteus*. — On trouve, dans la Craie phosphatée (Sénonien supérieur) des environs de Mons, deux espèces de *Prognathosaurus* (1), mais une seule a été caractérisée jusqu'à présent.

Voici comment on peut les distinguer :

1. Dents facettées (taille inférieure à 6 mètres). . . . *P. Solvayi*, Dollo, 1889.
2. Dents lisses (taille atteignant 10 mètres) *P. giganteus*, Dollo, 1904.

La première provient de Ciply; la deuxième, de Spiennes.

6. *Mosasaurus lonzeensis* et *Hainosaurus lonzeensis*. — On a recueilli, dans la Glauconie argileuse (Turonien supérieur) de Loncée, près de Gembloux, de nombreux restes de Mosasauriens.

Malheureusement, comme d'ordinaire dans ce dépôt, les restes dont il s'agit sont très fragmentaires.

On y peut reconnaître, pourtant, deux genres bien distincts, *Mosasaurus* et *Hainosaurus* : le premier, déterminé par son Quadratum et ses Hæmapophyses soudées aux Vertèbres caudales; le second, par son Rostre particulier et ses Hæmapophyses libres.

1. — Le *Mosasaure*, — par sa Surface articulaire squamoso-quadratique beaucoup plus large, par sa Fossette suprapédiale plus allongée et encadrée de crêtes osseuses, par son Échancrure columellaire plus ouverte, par son Tubercule infracolumellaire moins accentué et par son Aile tympanifère plus réfléchi vers le dehors, — représente une espèce différente du *Mosasaurus giganteus*, Sömmerring, 1816, du Maestrichtien du Limbourg, et du *Mosasaurus Lemonnieri*, Dollo, 1889, du Sénonien supérieur du Hainaut.

Je propose de l'appeler *Mosasaurus lonzeensis*, Dollo, 1904.

2. — Le *Hainosaure*, — par son Rostre plus conique et à face supérieure plus arrondie, et par ses Dimensions moindres, — indique, également, une espèce différente du *Hainosaurus Bernardi*, Dollo, 1885, du Sénonien supérieur du Hainaut.

Je propose de l'appeler *Hainosaurus lonzeensis*, Dollo, 1904.

7. Biostratigraphie des Mosasauriens de la Belgique. —
1. *En général.* — En Belgique, les Mosasauriens apparaissent avec le

(1) L. DOLLO. *Mosasauriens de Mesvin*, etc. p. 293.

Turonien supérieur et se continuent, à travers le Sénonien, jusqu'à la fin du Maestrichtien.

Voici un tableau de leur Distribution géographique et stratigraphique :

Gîtes de Mosasauriens de la Belgique.

TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.		PROVINCES.				
		Namur.	Hainaut.	Brabant.	Liège.	Limbourg.
1. Maestrichtien		○	×	×	○	×
2. Sénonien.	Assise de Spiennes . .	{ Craie phosphatée .				
		○	×	○	○	×
	Assise de Nouvelles . .	{ Craie de Spiennes.				
		○	×	○	○	○
		{ Craie de Nouvelles.				
	Assise de Herve . . .	○	×	×	×	○
		○	×	×	○	○
	Assise d'Aix-la-Chapelle.	{ Craie d'Obourg .				
3. Turonien (supérieur)		○	×	○	×	○
		○	○	○	○	○
		{ Craie de St-Vaast .				
		○	○	○	○	○
		×	○	○	○	○

Mais, dans presque tous ces gîtes, les Mosasauriens sont indéterminables, même génériquement.

2. *Principaux gisements.* — Il y a, en réalité, deux gisements classiques de Mosasauriens en Belgique :

Le *Tuffeau de Maestricht* du Limbourg : Canne, Eben, Sichen, Sussen, etc.

La *Craie phosphatée* du Hainaut : Baudour, Ciply, Cuesmes, Mesvin, Saint-Symphorien, Spiennes, etc.

Ces gisements sont célèbres par la richesse de leurs couches en pièces remarquables. Ce sont eux qui ont fourni les principaux éléments des travaux dont les Mosasauriens d'Europe ont été l'objet, le premier depuis un siècle et demi, le second depuis vingt ans.

3. *Associations.* — Il ne sera, peut-être, pas sans intérêt de mentionner, ici, à quels autres Reptiles les Mosasauriens de la Belgique sont associés dans les gisements où ils sont le mieux conservés :

Associations des Mosasauriens de la Belgique.

	Lonzée. Turonien.	Mons. Sénonien.	Maestricht. Maestrichtien.
1. Mosasauriens	×	×	×
2. Plésiosaurs	×	×	○
3. Ichthyosaurs	○	○	○
4. Chéloniens marins	×	×	×
5. Dinosauriens herbivores	×	○	×
6. Dinosauriens carnivores	×	○	×

4. *Genres*. — Les Mosasauriens de la Belgique se répartissent en quatre Genres particulièrement bien définis par d'excellents matériaux. Stratigraphiquement, ils se groupent comme suit :

Genres de Mosasauriens de la Belgique.

	Turonien supérieur.	Sénonien supérieur.	Maestrichtien inférieur.	Maestrichtien supérieur.
1. <i>Mosasaurus</i> , Conybeare, 1822	×	×	×	×
2. <i>Plioplatecarpus</i> , Dollo, 1882	○	×	×	○
3. <i>Hainosaurus</i> , Dollo, 1885	×	×	○	○
4. <i>Prognathosaurus</i> , Dollo, 1889	○	×	○	○

C'est donc le Sénonien supérieur qui fut la plus belle époque des Mosasauriens en Belgique, puisqu'alors les quatre genres vécurent simultanément, tandis que le Turonien supérieur n'en contient que deux, de même que le Maestrichtien.

C'est le genre *Mosasaurus* qui eut la plus longue durée géologique, car il va du Turonien supérieur au Maestrichtien supérieur, — *Plioplatecarpus* n'allant que du Sénonien supérieur au Maestrichtien inférieur, — et *Hainosaurus* du Turonien supérieur au Sénonien supérieur.

Enfin, le Hainaut possède, dans ses terrains, plus de Mosasauriens que le Limbourg, attendu qu'il en a fourni quatre genres, au lieu de deux.

8. Bibliographie des Mosasauriens de la Belgique. — Pour terminer, je donnerai encore la liste de mes publications, depuis vingt-deux ans, sur les Mosasauriens de la Belgique :

1. — 1882. L. DOLLO. *Note sur l'ostéologie des Mosasauridæ*. BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG. Vol. I. p. 55.
2. — 1885. L. DOLLO. *Première note sur le Hainosaure, Mosasaurien nouveau de la Craie brune phosphatée de Mesvin-Ciply, près Mons*. BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG. Vol. IV. p. 25.
3. — 1885. L. DOLLO. *Sur la présence d'un Canal Basioccipital Médian et de deux Canaux Hypobasilaires chez un genre de Mosasauriens*. ANN. SOC. SCIENT. BRUX. Vol. IX. p. 349.
4. — 1885. L. DOLLO. *Sur la présence d'une Interclavicule chez un genre de Mosasauriens et sur la division de ce Sous-ordre en Familles*. ANN. SOC. SCIENT. BRUX. Vol. IX. p. 332.
5. — 1888. L. DOLLO. *Sur le crâne des Mosasauriens*. BULL. SCIENT. GIARD. Vol. XIX. p. 1.
6. — 1889. L. DOLLO. *Première note sur les Mosasauriens de Mesvin*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). Vol. III. p. 274.
7. — 1890. L. DOLLO. *Première note sur les Mosasauriens de Maestricht*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). Vol. IV. p. 151.
8. — 1890. L. DOLLO. *De la nécessité de rayer le Mosasaurus gracilis de la faune du Maestrichtien*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). Vol. IV. p. 35.
9. — 1890. L. DOLLO. *Sur la présence du Platiplatecarpus Marshi dans les Musées de Harlem, Leyde, Londres et Paris*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). Vol. IV. p. 55.
10. — 1892. L. DOLLO. *Nouvelle note sur l'ostéologie des Mosasauriens*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). Vol. VI. p. 249.
11. — 1893. L. DOLLO. *Suppression du genre Leiodon*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). Vol. VII. p. 79.
12. — 1896. L. DOLLO. *Le Hainosaure à Loncée*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). Vol. X. p. 149.
13. — 1903. L. DOLLO. *Les Ancêtres des Mosasauriens*. BULL. SCIENT. GIARD. Vol. XXXVIII. p. 1.

Les éléments stratigraphiques de cette Note m'ont été obligeamment communiqués par mon Collègue, M. A. Rutot, Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle.

Je le prie d'accepter, ici, mes sincères remerciements.



L'ORIGINE DES MOSASAURIENS⁽¹⁾

PAR

LOUIS DOLLO

Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, à Bruxelles.

1. Introduction. — 1. Dans un article assez récent (2), M. S. W. Williston, professeur à l'Université de Chicago, écrit les lignes suivantes :

« In 1892 Kramberger-Gorjanovic described from the Lower Cretaceous (probably Gault) of the island Lesina, near the Dalmatian shores of the Adriatic, the remains of a remarkable lizard, which he called *Aigialosaurus*. While his figures have recently been shown to be incorrect in some details, and while some of his minor interpretations were manifestly wrong, he correctly assigned to his new genus and its allies an intermediate position between the true Varanidae and the Mosasauridae, suggesting that they had descended from the Varanidae and were ancestral to the Mosasauria, while from them have been derived the Dolichosaurs as a side branch.

» His conclusions regarding the relationships of the Mosasauria are the more creditable from the fact that the only information available to him at that time concerning them was incomplete, and in part erroneous. Nevertheless, so apparent were they that both Boulenger and Dollo accepted them, recognizing in *Aigialosaurus* an ancestral type. »

2. Sans vouloir méconnaître nullement le service éminent rendu, à la Paléontologie, par M. C. Gorjanovic-Kramberger, professeur à l'Université d'Agram, en publiant sa description d'*Aigialosaurus*, —

(1) Mémoire présenté à la séance du 18 octobre 1904.

(2) S. W. WILLISTON. *The Relationships and Habits of the Mosasaurs*. JOURNAL OF GEOLOGY. 1904. Vol. XII. p. 45.

je crois que M. Williston n'a pas apprécié exactement notre position, — à M. G. A. Boulenger, Senior Assistant au British Museum, à M. Gorjanovic-Kramberger et à moi, — dans la question des relations de parenté des Mosasauriens, — en nous signalant, M. Boulenger et moi, comme ayant simplement adhéré aux vues de M. Gorjanovic-Kramberger.

C'est ce que je me propose de montrer ici.

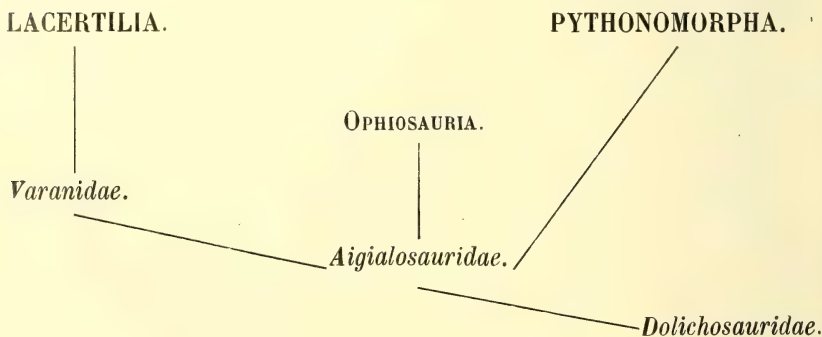
2. Les trois Phylogénies. — 1. Donnons, d'abord, la Phylogénie des Mosasauriens et des groupes voisins d'après les trois auteurs que nous venons de citer.

Nous aurons :



G. A. Boulenger, 1891 (1).

Puis :

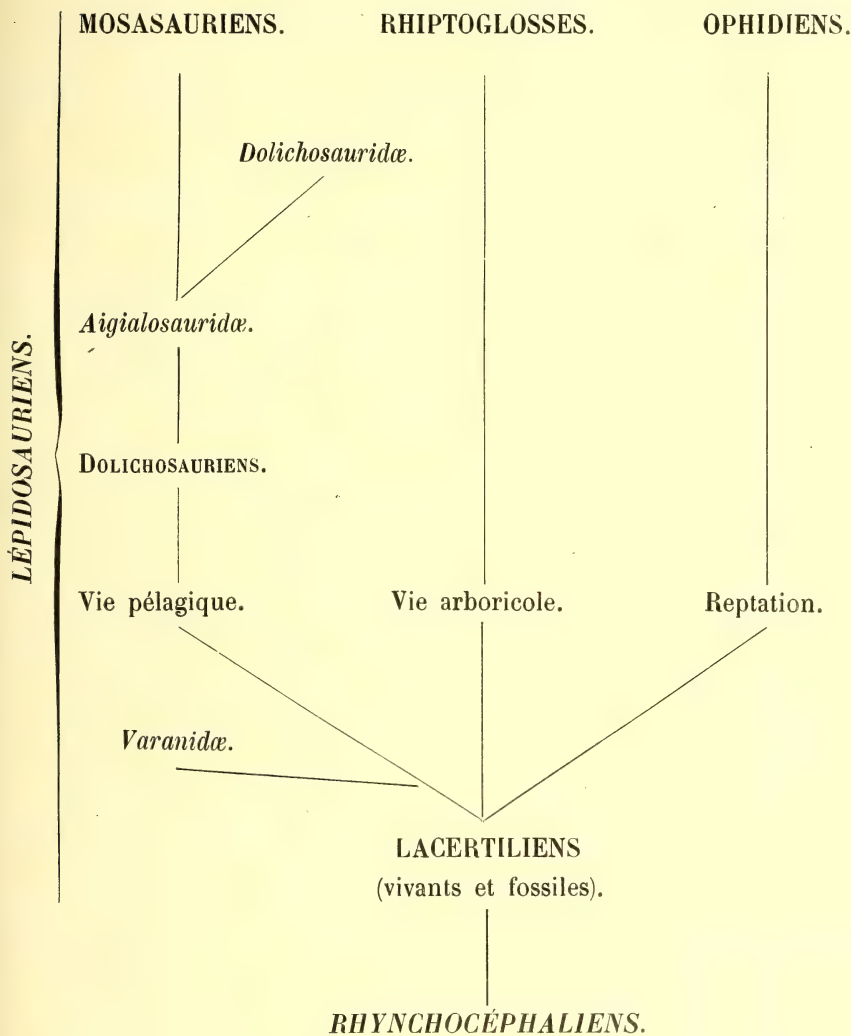


C. Gorjanovic-Kramberger, 1892 (2).

(1) G. A. BOULENGER. *Notes on the Osteology of Heloderma horridum and H. suspectum, with Remarks on the Systematic Position of the Helodermatidae and on the Vertebrae of the Lacertilia*. PROC. ZOO. SOC. LONDON. 1891. p. 118.

(2) C. GORJANOVIC-KRAMBERGER. *Aigialosaurus, eine neue Eidechse a. d. Kreideschiefern d. Insel Lesina, mit Rücksicht a. d. bereits beschr. Lacertiden von Comen u. Lesina*. GLASNIK SOC. HIST.-NAT. CROAT. 1892. Vol. VII. p. 105.

Et :



L. Dollo, 1894 (1).

2. Ce qui, traduit en un commun langage, devient le tableau intercalé entre les pages suivantes.

(1) L. DOLLO. *Nouvelle note sur l'ostéologie des Mosasauriens*. BULL. SOC. BELG. GÉOL. (Bruxelles). 1892. Vol. VI. p. 259. — Parue en février 1894.

3. G. A. Boulenger. — Il résulte de là que, — loin d'avoir uniquement suivi M. Gorjanovic-Kramberger, — M. Boulenger est le premier naturaliste qui a attiré l'attention sur la parenté des Dolichosauriens et des Mosasauriens.

C'est là un honneur qui doit lui rester, quels que soient les progrès de nos connaissances dans cette question.

4. C. Gorjanovic-Kramberger. — 1. Il est bien vrai que M. Gorjanovic-Kramberger a écrit :

« Aus unseren Betrachtungen aber folgt ganz unzweideutig, dass man die erwähnten fossilen Gattungen weder der Familie *Varanidae* noch direct den *Pythonomorpha* zutheilen kann. Sie sind einigermaßen Collectivtypen, welche an sich Merkmale zweier Unterordnungen u. zw. der *Lacertilia* und *Pythonomorpha* tragen (1). »

Puis :

« Für alle erwähnte Gattungen aber (mit Ausnahme von *Mesoleptos*) wie : *Acteosaurus*, *Aigialosaurus*, *Pontosaurus* und *Adriosaurus*, creire ich eine neue Familie, welche ich nach der ausgezeichnetsten Gattung « *Aigialosauridae* » nenne. Dieser Familie aber füge ich noch jene der *Dolichosauridae* bei, für welche beide ich die neue Gruppe « *Ophiosauria* » erichte, welche man als eine Uebergangsgruppe zwischen die Unterordnungen *Lacertilia* und *Pythonomorpha* zu stellen hat (2). »

2. Mais comment M. Gorjanovic-Kramberger entend-il ces expressions « groupe de passage » et « types collectifs » ?

Le point n'est, évidemment, pas de savoir, ici, comment M. Williston, ou d'autres, les comprennent, — mais comment M. Gorjanovic-Kramberger les interprète dans un arbre phylogénique.

Heureusement, le paléontologiste d'Agram s'est chargé de nous répondre lui-même, sans ambiguïté, par la généalogie reproduite ci-dessus.

Or, — ou un pareil arbre ne signifie rien, et nous devons renoncer à ce mode de représentation des relations de parenté dans l'avenir, ce qu'aucun Évolutionniste n'admettra, — ou il signifie que *les Aigialosauridae* sont un groupe central, archaïque, ancestral, qui a donné naissance aux *Lacertiliens*, aux *Dolichosauridae* et aux *Mosasauriens*.

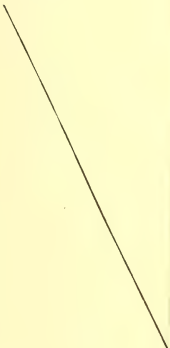
Pour M. Gorjanovic-Kramberger, les *Aigialosauridae* seraient des « types collectifs », parce qu'ils ont, réunis, les caractères, diversement conservés, qu'ils ont légués aux *Lacertiliens* et aux *Mosasauriens*.

(1) C. GORJANOVIC-KRAMBERGER. *Aigialosaurus*, etc. p. 403.

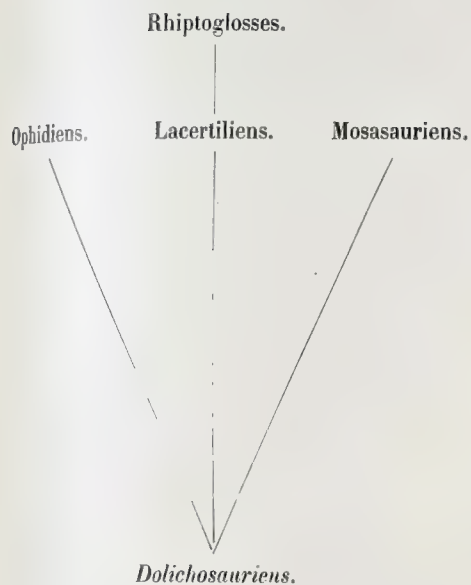
(2) C. GORJANOVIC-KRAMBERGER. *Aigialosaurus*, etc. p. 403.

RIENS.

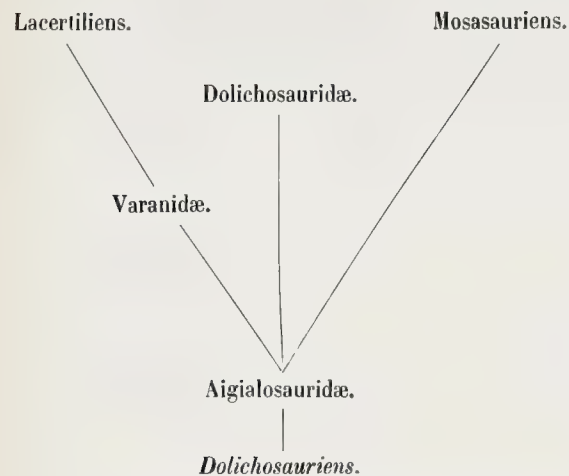
Ophidiens.



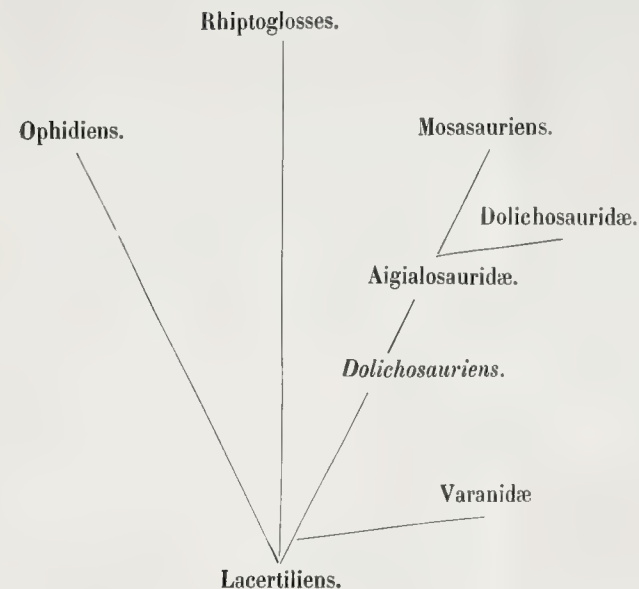
DIVERS ESSAIS DE PHYLOGÉNIE DES MOSASAURIENS.



G. A. Boulenger, 1891.



C. Gorjanovic-Kramberger, 1892.



L. Dollo, 1894.

LOUIS DOLLO. — L'ORIGINE DES MOSASAURIENS.

(Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol. T. XVIII. 1904. Séance du 18 octobre. Mémoires, p. 217.)

Pour M. Gorjanovic-Kramberger, les *Aigialosauridæ* sont un « groupe de passage » entre les Lacertiliens et les Mosasauriens, parce qu'ils occupent une position intermédiaire entre les deux, ayant des caractères des uns et des autres, puisqu'ils les ont engendrés.

5. Somme toute, la Phylogénie de M. Gorjanovic-Kramberger, c'est la Phylogénie antérieure de M. Boulenger, — avec cette différence que, maintenant, ce sont les *Aigialosauridæ*, qui, dans les Dolichosauriens, sont ancestraux aux Lacertiliens et aux Mosasauriens, au lieu des *Dolichosauridæ*.

C'est pourquoi je n'ai pas discuté en détail le mémoire de M. Gorjanovic-Kramberger dans mon travail prémentionné, — où il est, d'ailleurs, cité.

5. L. Dollo. — 1. Si on se reporte à mon arbre phylogénique des Mosasauriens (voir plus haut), on constate qu'ici ce sont les Lacertiliens qui constituent le groupe ancestral des Dolichosauriens et des Mosasauriens.

Et que les *Dolichosauriens* (notamment les *Aigialosauridæ*) ne sont plus considérés que comme une étape, dans l'adaptation à la vie aquatique, de l'acheminement des Lacertiliens vers les Mosasauriens.

Conclusion exprimée, aussi, d'autre part, en langage ordinaire, de la façon suivante :

« Et puis, je ne suis pas d'avis que les Dolichosauriens soient des formes archaïques.

» Pour moi, ils sont intermédiaires entre les Lacertiliens et les Mosasauriens (1). »

En outre :

« 1. Les Mosasauriens ont, vis-à-vis des Lacertiliens, la même position que les Ichthyosauriens vis-à-vis des Rhynchocéphaliens.

» Ils sont moins parfaitement adaptés à la vie pélagique, voilà tout.

» 2. Les Dolichosauriens ont, vis-à-vis des Mosasauriens, la même position que les Nothosauriens vis-à-vis des Plésiosauriens proprement dits (2). »

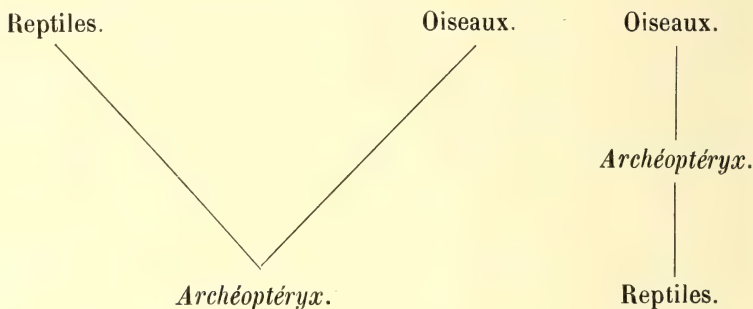
Ce qui est tout autre chose que l'interprétation de M. Gorjanovic-Kramberger.

2. Que, s'il se trouvait quelqu'un pour dire que ces *généalogies* sont *théories sans importance*, modifiées sans cesse par le progrès des connaissances, et que, par conséquent, les divergences entre M. Gorja-

(1) L. DOLLO. *Nouvelle note*, etc. p. 254.

(2) L. DOLLO. *Nouvelle note*, etc. p. 258.

novic-Kramberger et moi sont quantités négligeables, je répondrais :
Qu'alors on peut écrire, indifféremment :



Et qu'il est, dès lors, inutile de tenter aucun essai de Phylogénie,
— but suprême, pourtant, de la Morphologie.

3. Observons, enfin, que ma *Phylogénie des Mosasauriens* était basée, en particulier, sur une comparaison approfondie du *pied des Dolichosauriens* et du *pied de Mosasaurus*, — celui-ci publié, par moi, pour la première fois, — donc sur des *documents originaux* que M. Gorjanovic-Kramberger ne pouvait connaître.

Ainsi, mon travail n'était pas seulement un travail de *critique*, — encore moins de *compilation*, — mais un véritable travail *original*.

6. Conclusions. — 1. C'est M. Boulenger qui a, le premier, indiqué les liens de parenté qui rattachent les Dolichosauriens aux Mosasauriens.

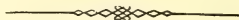
2. Par sa description d'*Aigialosaurus*, et par le fait qu'il a reconnu que les *Aigialosauridæ* sont ancestraux aux Mosasauriens, M. Gorjanovic-Kramberger a rendu, je le répète, un service éminent à la question qui nous occupe.

Mais il a apprécié imparfaitement la position phylogénique des Dolichosauriens.

3. Mon travail de 1894, — s'appuyant sur des documents originaux inédits, — donne, pour la première fois, les vraies relations des Lacertiliens, des Dolichosauriens et des Mosasauriens.

Il montre, notamment, pour la première fois aussi, que les Dolichosauriens sont, *généalogiquement*, intermédiaires entre les Lacertiliens et les Mosasauriens.

4. M. Williston a eu tort de croire que M. Boulenger et moi n'avions fait qu'adopter les vues de M. Gorjanovic-Kramberger.



DE L'ALLURE DU CRÉTACIQUE ET DU PRIMAIRE

DANS LE SOUS-SOL

DE LA VILLE DE BRUXELLES ET DE SA BANLIEUE

PAR

le baron Oct. van Ertborn (1)

Il y a une quarantaine d'années, on ne connaissait presque rien du sous-sol de la ville de Bruxelles. Le puits artésien de la place des Nations (aujourd'hui place Rogier) avait bien été foré en 1846, mais avait été complètement perdu de vue; on n'avait fait aucune observation géologique, et ce n'est qu'en 1889 que, grâce à MM. Van Mierlo et Rutot, la coupe de ce puits vit le jour.

En 1868, lors de la publication du *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, par M. G. Dewalque, on croyait que les rares puits artésiens forés à cette époque à Bruxelles avaient leur source dans l'Ypresien supérieur. Depuis lors, de grands progrès ont été réalisés, et, de nos jours, on peut prévoir la puissance des couches et le niveau auquel on peut les atteindre.

Ayant, depuis trente-cinq ans, contribué pour une part aux résultats obtenus, je rappellerai que j'ai publié toutes les coupes, pour que chacun puisse y trouver les renseignements qui peuvent lui être utiles.

Je les résume aujourd'hui avec beaucoup d'autres. A notre connaissance, la présence du Crétacique a été signalée une cinquantaine de

(1) Mémoire présenté à la séance du 18 octobre 1904.

fois, et le Primaire atteint quarante-trois fois en des points différents. Dans ce chiffre notre quote-part s'élève à 72 %.

Il y a certainement plus de ces points; mais sur bien des sondages nous n'avons pu recueillir aucun renseignement précis; ils sont souvent même invraisemblables. Il vaut donc mieux les passer sous silence.

A la séance de la Société du 28 juillet 1896 (1), M. E. Van den Broeck communiqua un *Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire de la Moyenne et Basse-Belgique à l'aide de matériaux fournis par les puits artésiens*.

Ce fut à l'occasion du forage d'un puits artésien par l'Administration communale de la ville de Gand que l'auteur appela l'attention sur l'utilité d'avoir un plan coté de la surface des terrains primaires dans cette région. Plan qui permettrait aux géologues d'avoir des éléments d'appréciation lorsqu'ils sont consultés; éléments, disait-il, qui manquent actuellement d'une manière absolue.

La Carte du relief du sous-sol primaire et de l'extension des mers crétacées dans le Nord de la France et de la Belgique (2), par M. H. Forir, a répondu en grande partie à ce desideratum, tout au moins d'une manière générale.

Me proposant de faire un plan coté du sous-sol de la planchette de Bruxelles au 20 000^e, en indiquant par des courbes les niveaux occupés par le Crétacique et le Primaire, j'ai réuni tous les renseignements qui se trouvent éparpillés dans plusieurs publications; d'autres sont inédits. Parmi ces derniers, il en est des plus intéressants, tels que ceux concernant Rhode-Saint-Genèse et Laeken-Heyssel, points extrêmes d'une ligne de 16 kilomètres de longueur, qui nous fait voir le Primaire s'infléchissant de la cote + 26.5 à la cote — 114, soit à raison de 8^m77 par kilomètre vers le Nord.

Les renseignements sont très nombreux dans la zone qui s'étend dans l'angle Sud-Ouest de la planchette de Bruxelles; ils manquent presque complètement dans la partie septentrionale de son territoire et ne permettraient que des tracés hypothétiques. En effet, cette pente kilométrique de 8^m77 nous donnerait le niveau probable du toit du Primaire à l'Arsenal de Malines à la cote — 237, alors que le niveau atteint ne serait que de — 212.7 ?

Tous les renseignements recueillis concernant la région qui s'étend de Rhode-Saint-Genèse à Vilvorde sont catalogués dans les tableaux

(1) T. X, Proc.-Verb., p. 110.

(2) *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, 1898-1899, t. XXVI.

suivants. Les points sont indiqués par leurs positions géographiques en longitude et en latitude. Ils seront donc toujours faciles à retrouver, quelles que soient les modifications que puisse subir la topographie des lieux, telles que celles dérivant des travaux de Bruxelles-Maritime.

Le réseau des minutes est facile à tracer sur les planchettes au 20 000^e; 1'' en longitude équivaut à 1 millimètre et 1'' en latitude à 1^{mm}5.

Il est bien reconnu que le Cambrien a subi des dénudations énormes avant la sédimentation de la craie sénonienne et que celle-ci, à son tour, a été fort réduite, sinon totalement enlevée par les phénomènes d'ablation et de dissolution, ne laissant souvent que les silex verdis comme derniers vestiges.

Au Sud du parallèle de 50° 50', la craie paraît avoir complètement disparu. Plus au Nord, la crête cambrienne qui court de Forest au pont de Laeken, en suivant sous Bruxelles la ligne de boulevards reliant les gares du Midi et du Nord, sert directement de substratum aux couches tertiaires.

Quelle est la largeur de cette crête? On ne saurait le dire. Elle paraît fort étroite, car le forage du Grand Hôtel a fait connaître l'existence de la craie en ce point, tandis que ceux de l'Hôtel des Postes et des Halles centrales ont atteint le Cambrien sans en trouver. Ces points ne sont distants les uns des autres que de quelques mètres.

Voici le relief de cette crête, de Forest (Sud) au pont de Laeken (Nord).

a) Brasserie de l'Abbaye, Forest	— 34.5
b) Brasserie Wielemans-Ceuppens, Forest	— 40.6
c) Station du Midi, Saint-Gilles	— 50.5
d) Distillerie, rue de Russie, Saint-Gilles	— 38.5
e) Hôtel des Postes, Bruxelles-Centre	— 44.0
f) Halles Centrales, Bruxelles-Centre	— 42.1
g) Place Rogier, Saint-Josse-ten-Noode	— 59.5
h) Usine Nyssens, Laeken	— 81.0

Plus au Nord, ce relief des roches n'a plus été observé. Il est même probable qu'entre les deux derniers points (*g*, *h*), il est déjà recouvert par la craie. A l'usine Nyssens, le toit du Primaire se trouve à son niveau normal, et l'absence de craie peut être due à un ravinement.

La Senne coule donc sur un anticlinal, fait assez bizarre.

Il nous reste à dire un mot de la *faille* que l'on croyait courir dans la même direction S.-W. — N.-E. L'absence du Bruxellien sur la rive gauche et réciproquement l'absence du Panisélien sur la droite de la

rivière trouvaient leur explication toute naturelle à la suite d'un phénomène de ce genre; malheureusement, la base de l'Ypresien se trouve à son niveau normal sur les deux rives et sous les collines voisines, de plus le Bruxellien ne paraît pas exister en sous-sol à l'Ouest du méridien de Vilvorde. A Malines, à Aartselaar, à Hoboken, à Anvers, le Laekenien repose directement sur le Paniselo-Ypresien, et ce n'est qu'à Westerloo, sous le méridien de Tirlemont, que le Bruxellien a été trouvé en grande profondeur. Il eût donc fallu une faille démesurément longue, dont, tout au moins dans l'agglomération bruxelloise, les deux bords eussent repris leur ancien niveau relatif.

Il y a cependant une remarque à faire : la craie est très fissurée au pied des collines de la rive gauche, tandis qu'elle est compacte sous les collines des deux rives. Y aurait-il eu simple glissement latéral, qui aurait fracturé la craie? Nous nous contenterons d'appeler l'attention sur ce fait (1).

(1) L'existence de cette faille est admissible, quoiqu'à Bruxelles la dénivellation ne soit pas sensible. Celle-ci s'accentuerait vers le Nord, en suivant une direction Nord-Est. Elle formerait un *monoclinal* qui pourrait atteindre 50 mètres. Ce monoclinal formerait la limite orientale du Paniselien.

Le Paniselien disparu, le Bruxellien apparaît jusqu'au monoclinal situé sous le méridien de Tirlemont (signalé déjà par M. Rutot, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. II, pp. 244-248).

Arrivée en Campine, cette dénivellation prend aussi la direction Nord-Est pour passer entre Meerhout et Gheel.

Tous les étages tertiaires occidentaux, de l'Asschien jusqu'à l'Ypresien compris, se terminent dans son voisinage.

Le Landenien supérieur apparaît à l'Est, le Tongrien les recouvre ensuite en stratification transgressive, jusqu'au méridien de Bruxelles et le Rupélien au moins jusqu'à celui de Gand et plus.

Les bases de ces deux derniers révèlent un léger fond de bateau, comme si l'affaissement avait continué après leur sédimentation.

Sous le méridien et sous le parallèle de Diest-Zeelhem, la dénivellation peut atteindre 90 mètres. Ce même méridien est celui de Westerloo, où le toit du Houiller se trouve à la cote — 534, pour passer à 14 kilomètres à l'Est à — 623 Tessenderloo. Plus à l'Est, sous le même parallèle, le toit du Houiller reste à peu près à ce niveau, entre autres aux trois sondages houillers de Coursel, puis au n° 7 Helchteren Kruijsven, nouveau monoclinal de près de 200 mètres, dont la dépression est occupée par les *roches rouges* (Trias?).

Chose étrange, la base du Crétacique n'en est pas affectée et son allure reste constante.

On pourrait en conclure que les *roches rouges* n'occupent pas une vallée, mais que leur allure est la même que celle des étages tertiaires à l'Ouest.

De grandes coupes traversant la Belgique de l'Ouest à l'Est font voir admirablement les gradins.

Le Bruxellien, en grande profondeur, formerait une bande, large d'une trentaine de kilomètres, courant au Nord-Est.

TABLEAUX SYNOPTIQUES

DE TOUS LES

PUITS ARTÉSIENS ET FORAGES CONNUS

EXÉCUTÉS SUR LE TERRITOIRE DES

PLANCHETTES DE HAL, D'UCCLE, DE BRUXELLES ET DE VILVORDE

AYANT ATTEINT

soit le Crétacique, soit le Primaire



NOTA. — Chaque planchette étant d'une superficie de 8000 hectares, ces forages nous font connaître, à grande profondeur, une superficie de 32 000 hectares. Les renseignements fournis par ces tableaux peuvent être considérés comme précis. Lorsque parfois il y avait un léger doute, il a été soigneusement signalé. Ces tableaux, complétés d'année en année, permettront de dresser plus tard une carte souterraine cotée, fournissant les reliefs du Crétacique et du Primaire, absolument comme les cartes cotées actuelles expriment à première vue les reliefs de la surface.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque.)	PRIMAIRE.	Observations.
PLANCHETTE DE HAL.					
Usine Rey, Ruysbroeck	0° 4' 25" W.	50° 47' 6"	M.	- 2.5	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 97. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 61.
Produits chimiques de Droogenbosch	0 4 5 W.	50 48 0	M.	- 14.5	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 70. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. I, Mém., p. 33. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.- Verb., p. 257. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , p. 483, pour le troisième forage. Il a été foré trois puits dans l'usine de Droogenbosch. Les coupes des deux premiers ont été publiées dans le t. XV des <i>Bulletins de la Société belge de Géologie</i> , Proc.-Verb., pp. 257 et suiv. Le troisième, construit en 1901-1902, a atteint 100 mètres de profondeur. Les roches pri- maires, déterminées par M. Malaise, appar- tiennent à l'assise de Tubize La couche attribuée au Crétacé dans les deux premières coupes, est constituée par des débris de craie remanés.

PLANCHETTE D'UCCLE					
Papeteries de Rhode-Saint-Genèse	0 2 5 W.	50 44 54	M.	+ 26.5	La coupe du sondage des papeteries de Rhode- Saint-Genèse nous a été obligeamment com- muniquée par les propriétaires. L'orifice du sondage se trouve à la cote 77. La profon-

dérail comme étant de l'argile noire, rouge, jaune, grise, d'âge crétacique. On a percé de nombreuses veines de quartz dans les roches non altérées. On a rencontré :

Quaternaire. . .	44 ^m 00
Bruxellien . . .	3 ^m 50
Ypresien . . .	29 ^m 00
Landenien . . .	11 ^m 00
Cambrien. . .	)

représenté
{ que par du sable.

Brasserie, rue du Presbytère, près de l'Eglise, Uccle.	0 1 45 W.	50 48 14	M.	- 22.6	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.-Verb., p. 261.
Brasserie de l'Abbaye, Forest.	0 3 3 W.	50 48 48	M.	- 34.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.-Verb., p. 258. Le niveau du Primaire est indiqué d'après la moyenne des deux forages.
Dépôt du tram, avenue de l'Hippodrome, Ixelles.	0 0 35 E.	50 49 16	M.	- 37.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 58. — <i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XXIV, p. CLXXIII.
Prison cellulaire, Saint-Gilles	0 1 20 W.	50 49 20	M.	- 33.8	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XXIV, p. CLXXIII.
Glacières, rue de la Glacière, Saint-Gilles	0 1 0 W.	50 49 20	M.	- 33.4	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XIII, p. XCVIII.
Brasserie de la Chase royale, chaussée de Wavre, Auderghem.	0 2 5 E.	50 49 28	- 41.5	- 49.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 49. Nous avons foré deux puits dans cette brasserie. Ils ont leur source à la base du Bruxellien. Le sondage de 142 mètres de profondeur n'a pas donné d'eau.
Teinturerie de MM. Momm et C ^{ie} , Forest	—	—	M.	- 27.6	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 50. A 1 kilomètre environ au Sud de la brasserie de l'Abbaye, à Forest.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTAÇÉ. (M = manque.)	PRIMAIRE.	Observations.
PLANCHETTE DE HAL.					
Usine Rey, Ruysbroeck	0°4'25" W.	50°47' 6"	M.	- 2.5	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 97. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 61.
Produits chimiques de Droogenbosch . .	0 4 5 W.	50 48 0	M.	- 14.5	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 70. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. I, Mém., p. 33. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.-Verb., p. 257. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , p. 485, pour le troisième forage. Il a été foré trois puits dans l'usine de Droogenbosch. Les coupes des deux premiers ont été publiées dans le t. XV des <i>Bulletins de la Société belge de Géologie</i> , Proc.-Verb., pp. 257 et suiv. Le troisième, construit en 1901-1902, a atteint 100 mètres de profondeur. Les roches primaires, déterminées par M. Malaise, appartiennent à l'assise de Tubize. La couche attribuée au Crétacé dans les deux premières coupes, est constituée par des débris de craie remaniés.
PLANCHETTE D'UCCLE					
Papeteries de Rhode-Saint-Genèse . . .	0 2 5 W.	50 44 54	M.	+ 26.5	La coupe du sondage des papeteries de Rhode-Saint-Genèse nous a été obligeamment communiquée par les propriétaires. L'orifice du sondage se trouve à la cote 77. La profondeur atteinte est de 227 m. L'assise du tertiaire est représentée par : Quaternaire . . 14=00 Bruxellien . . 3=50 Ypresien . . 22=00 Landenien . . 11=00 { représenté Cambrien . . » } que par du sable.
Brasserie, rue du Presbytère, près de l'Eglise, Uccle.	0 1 45 W.	50 48 14	M.	- 22.6	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.-Verb., p. 261.
Brasserie de l'Abbaye, Forest.	0 3 3 W.	50 48 48	M.	- 34.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.-Verb., p. 258. Le niveau du Primaire est indiqué d'après la moyenne des deux forages.
Dépôt du tram, avenue de l'Hippodrome, Ixelles.	0 0 35 E.	50 49 16	M.	- 37.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 58. — <i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XXIV, p. CLXXIII.
Prison cellulaire, Saint-Gilles	0 1 20 W.	50 49 20	M.	- 33.8	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XXIV, p. CLXXIII.
Glacières, rue de la Glacière, Saint-Gilles .	0 1 0 W.	50 49 20	M.	- 33.1	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XIII, p. xcvi.
Brasserie de la Chasse royale, chaussée de Wavre, Auderghem.	0 2 5 E.	50 49 28	- 41.5	- 49.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 49. Nous avons foré deux puits dans cette brasserie. Ils ont leur source à la base du Bruxellien. Le sondage de 142 mètres de profondeur n'a pas donné d'eau.
Teinturerie de MM. Momm et C ^e , Forest .	—	—	M.	- 27.6	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 50. A 1 kilomètre environ au Sud de la brasserie de l'Abbaye, à Forest.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque)	PRIMAIRE.	Observations.
PLANCHETTE D'ANDERLECHT.					
Laiterie de la Compagnie fermière, près de l'hôpital, Anderlecht.	0° 4' 20" W.	50° 50' 10"	- 47.7	- 47.8	Ces deux coupes nous ont été obligeamment communiquées par notre confrère M. Axer.
Usine, à quelques mètres de la station, Berchem-Sainte-Agathe.	0 4 45 W.	50 52 28	- 57.0	- 72.0	
PLANCHETTE DE BRUXELLES.					
Brasserie Wielemans - Ceuppens, avenue Van Volkem, Forest.	0° 2' 30" W.	50° 49' 32"	M.	- 40.5	Le niveau du Primaire est indiqué d'après la moyenne de deux sondages. <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV. Proc.-Verb., p. 259.
Usine Peeters, rue de la Petite-Ile, Cureghem Anderlecht.	0 3 10 W.	50 49 56	M.	- 46.7	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , 1894, t. XXIX, p. XIII.
Brasserie Van den Heuvel, chaussée de Ninove, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 43 W.	50 51 0	M.	- 45.8	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , 1894, t. XXIX, p. XII.
Brasserie Bavaro-belge, rue de Birmingham, près du canal de Charleroi, Anderlecht.	0 2 40 W.	50 50 40	- 50.0	- 56.0	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 80. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 64. — A. Ruyot, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 454. On a reconnu depuis que les roches rouges et brunes ne sont que des schistes altérés.
Usine Pierson, rue des Goujons, Cureghem	0 2 45 W.	50 50 44	- 47.4	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 77.

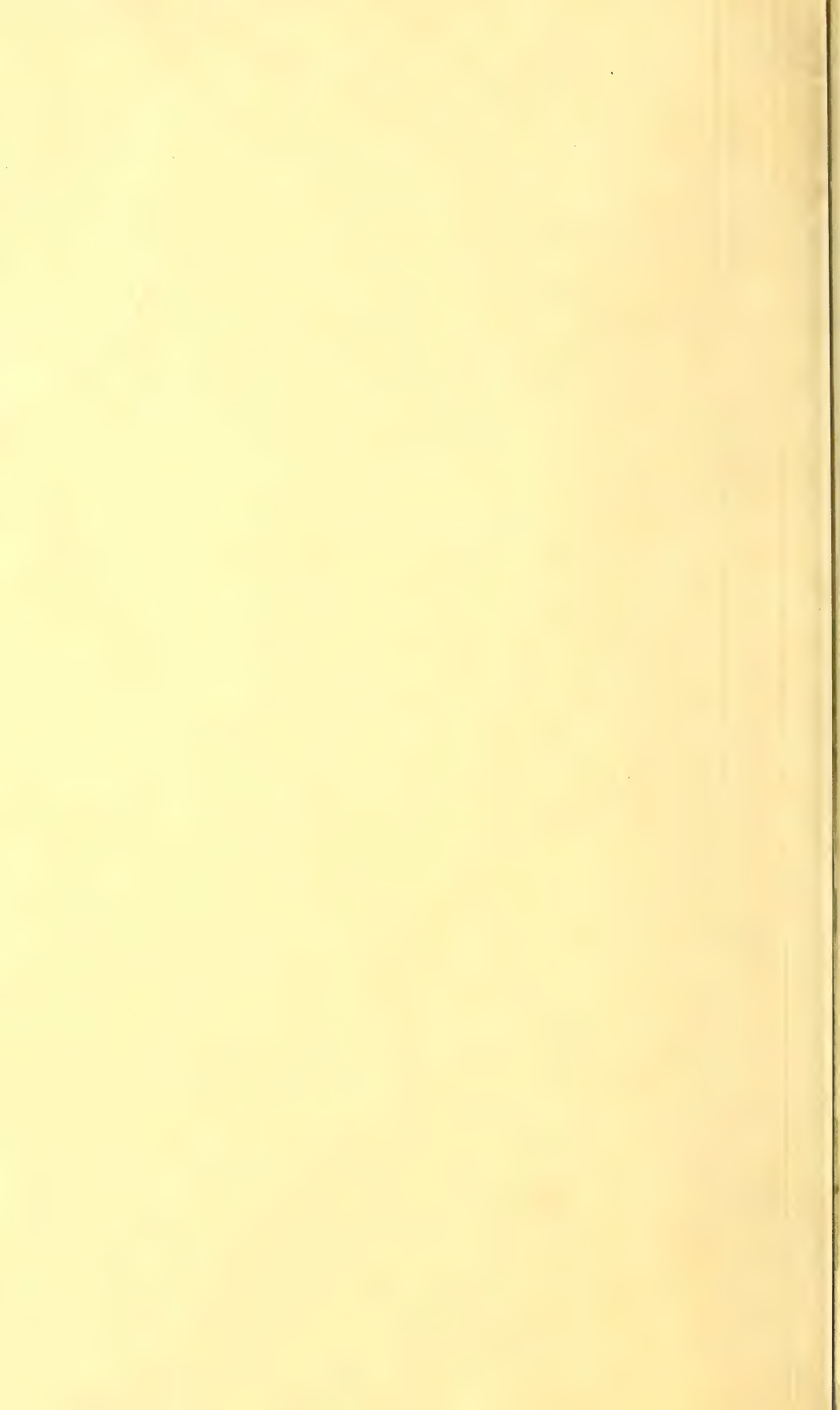
Sucrerie Graffé, rue de Manchester, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 25 W.	50 50 55	-55.6	-59.4	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i>, t. V, Mém., p. 79. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i>, t. IX, Mém., p. 61. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i>, p. 452. Un second puits fut foré dans la même usine par le propriétaire lui-même. C'est probablement la coupe de ce forage qu'a publiée M. Rutot : <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i>, t. I, pp. 15 et 27. Il détermine comme <i>Infra-Turonien</i> (?) une couche de limon et cailloux de 20^m32 de puissance. Nous n'avons pas rencontré ce dépôt en ce même point, mais bien des schistes altérés que du schiste altéré, broyé par la sonde, mêlé à des graviers et cailloux de <i>coulage</i>. L'inexpérience du sondeur aurait été cause de ce mélange d'échantillons.
Usine frigorifique Metzger, 44, chaussée de Ninove, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 12 W.	50 51 0	-56.3	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i>, t. V, Mém., p. 93. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i>, t. IX, Mém., p. 69. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i>, p. 453. On remarquera qu'en ce point la base de la craie ne fut pas atteinte; la sonde y pénétra à 8^m35.
Station du Midi, passage à niveau de la rue Théodore Verhaegen, Saint-Gilles.	0 2 8 W.	50 50 0	M.	-50.5	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i>, t. V, Mém., p. 82. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i>, t. IX, Mém., p. 61. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i>, p. 448.
Hôpital Saint-Pierre, rue Haute, Bruxelles.	0 1 20 W.	50 50 8	-42.0	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i>, t. V, Mém., p. 83. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i>, p. 450.

p. 61. — A. RUTOT, *Explication de la feuille de Bruxelles*, p. 446. Pour le premier sondage et pour le second, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XV, Mém., p. 165.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque.)	PRIMAIRE.	Observations.
PLANCHETTE D'ANDERLECHT.					
Laiterie de la Compagnie fermière, près de l'hôpital, Anderlecht.	0° 4' 20" W.	50° 50' 40" N.	- 47.7	- 47.8	Ces deux coupes nous ont été obligeamment communiquées par notre confrère M. Axer.
Usine, à quelques mètres de la station, Berchem-Sainte-Agathe.	0 4 45 W.	50 52 28	- 57.0	- 72.0	
PLANCHETTE DE BRUXELLES.					
Brasserie Wielemans-Ceuppens, avenue Van Volxem, Forest.	0° 2' 30" W.	50° 49' 32" N.	M.	- 40.5	Le niveau du Primaire est indiqué d'après la moyenne de deux sondages. <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV. Proc.-Verb., p. 259.
Usine Peeters, rue de la Petite-Ile, Cureghem Anderlecht.	0 3 10 W.	50 49 56	M.	- 46.7	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , 1894, t. XXIX, p. XIII.
Brasserie Van den Heuvel, chaussée de Ninove, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 43 W.	50 51 0	M.	- 45.8	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , 1894, t. XXIX, p. XII.
Brasserie Bavaro-belge, rue de Birmingham, près du canal de Charleroi, Anderlecht.	0 2 40 W.	50 50 40	- 50.0	- 56.0	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 80. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 64. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 154. On a reconnu depuis que les roches rouges et brunes ne sont que des schistes altérés.
Usine Piorson, rue des Clouons, Cureghem-Anderlecht.	0 2 45 W.	50 50 44	- 47.4	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 77. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 155.
Usine De Lom de Berg, rue des Goujons, Cureghem-Anderlecht.	0 2 45 W.	50 50 6"	- 47.4	- 52.0	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 78. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 64. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 146. Pour le premier sondage et pour le second, <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 165.
Sucrerie Graffe, rue de Manchester, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 25 W.	50 50 55	- 55.6	- 59.4	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 79. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 64. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 152. Un second puits fut foré dans la même usine par le propriétaire lui-même. C'est probablement la coupe de ce forage qu'a publiée M. Rutot : <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. I, pp. 15 et 27. Il détermine comme <i>Infra-Turonien</i> (?) une couche de limon et cailloux de 20 ^m 52 de puissance. Nous n'avons pas rencontré ce dépôt en ce même point, mais bien des schistes altérés. Nous pensons donc que cette couche n'est que du schiste altéré, broyé par la sonde, mêlé à des graviers et cailloux de coulage. L'inexpérience du sondeur aurait été cause de ce mélange d'échantillons.
Usine frigorifique Metzger, 44, chaussée de Ninove, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 12 W.	50 51 0	- 56.3	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 93. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 69. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 153. On remarquera qu'en ce point la base de la craie ne fut pas atteinte; la sonde y pénétra à 8 ^m 35.
Station du Midi, passage à niveau de la rue Théodore Verhaegen, Saint-Gilles.	0 2 8 W.	50 50 0	M.	- 50.5	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 82. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 64. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 148.
Hôpital Saint-Pierre, rue Haute, Bruxelles.	0 1 20 W.	50 50 8	- 42.0	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 83. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 150.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque.)	PRIMAIRE.	Observations.
Abattoir, Anderlecht	0° 2' 40" W.	50° 50' 28"	- 48.2	- 55.4	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 466.
Manufacture de feutres et chapeaux, chaussée de Mons, 184, Cureghem-Anderlecht.	0 2 23 W.	50 50 30	- 48.2	- 54.3	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 466.
Usine frigorifique Anglo-belge, 76, rue Bara, Cureghem-Anderlecht.	0 2 4 W.	50 50 20	- 48.2	- 50.7	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 464. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 46.
Grande distillerie belge, rue de Russie, Saint-Gilles.	0 1 40 W.	50 50 42	M.	- 38.5	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 449. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 462.
Brasserie, rue de Hollande, Saint-Gilles.	0 1 45 W.	50 50 4	- 44.0	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 463. La brasserie ayant changé de propriétaire, on y a fait un nouveau sondage, ayant percé 2 mètres de craie. Voir <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. II, Proc.-Verb., p. 78. Le Primaire n'a pas été atteint.
Brasserie Lannoy, chaussée de Vleurgat et avenue de la Cascade, Ixelles.	0 0 7 E.	50 49 36	M.	- 44.2	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 464.
Hôpital militaire, avenue de la Couronne, Ixelles.	0 0 45 E.	50 49 33	M.	- 43.6	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XXV, 1890, p. XLIII. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 56. Voir aussi la note sur le puits de la nouvelle Ecole militaire, t. XVIII, Mém., p. 453.
Manufacture de bougies de la Cour, chaussée de Mons, Cureghem-Anderlecht	0 2 50 W.	50 50 20	- 47.0	- 55.4	Pour le premier puits : A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> n° 454. — Pour le

Distillerie Raucq, rue Haute, Bruxelles. . .	0 1 10 W.	50 50 21	- 49.0	- 59.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. II, Proc.-Verb., p. 188.
Brasserie, au coin de la rue Rempart des Moines et de la rue des Fabriques, Bruxelles.	0 1 35 W.	50 50 57	- 56.0	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 47.
Brasserie Van den Heuvel, rue de la Senne, Bruxelles.	0 1 42 W.	50 50 57	- 58.0	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 155.
Grand Hôtel, boulevard Anspach, Bruxelles.	0 1 7 W.	50 51 0	- 44.3	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. III, Proc.-Verb., p. 102. En ce point, on a percé 0-84 de craie, sans en atteindre la base.
Halles centrales, Bruxelles	0 1 7 W.	50 51 5	M.	- 42.1	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.-Verb., p. 168.
Hôtel des Postes, place de la Monnaie, Bruxelles.	0 1 0 W.	50 51 3	M.	- 44.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. III, Proc.-Verb., p. 100.
Hôtel des Chemins de fer, Bruxelles. . .	0 0 10 W.	50 50 54	- 53.9	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Proc.-Verb., p. 232. Ce forage attire tout spécialement l'attention. Après avoir traversé 13 mètres de craie, il a été percé 18 mètres d'éléments divers, la plupart d'origine primaire, sans atteindre les roches <i>in situ</i> à la cote -84.81.
Place des Nations, actuellement place Rogier, Saint-Josse-ten-Noode.	0 0 46 W.	50 51 24	M.	- 59.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. III, Proc.-Verb., p. 311.
Station Bruxelles-Ouest	0 2 46 W.	50 51 14	? - 68.0	? - 75.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , Mém., p. 170. Les chiffres indiqués comme niveaux occupés par le Crétacique et le Primaire ne peuvent être acceptés que sous toutes réserves.
Établissements Delhaize frères, rue d'Osseghem, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 46 W.	50 51 20	- 55.5	- 63.2	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 169.



DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque)	PRIMAIRE.	Observations.
Abattoir, Anderlecht	0° 2' 40" W.	50° 50' 28"	- 48.2	- 55.1	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 166.
Manufacture de feutres et chapeaux, chaussée de Mons, 184, Cureghem-Anderlecht.	0 2 23 W.	50 50 30	- 48.2	- 54.3	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 166.
Usine frigorifique Anglo-belge, 76, rue Bara, Cureghem-Anderlecht.	0 2 4 W.	50 50 20	- 48.2	- 50.7	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 164. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 46.
Grande distillerie belge, rue de Russie, Saint-Gilles.	0 1 40 W.	50 50 42	M.	- 38.5	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 149. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 162.
Brasserie, rue de Hollande, Saint-Gilles.	0 1 45 W.	50 50 4	- 44.0	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 163. La brasserie ayant changé de propriétaire, on y a fait un nouveau sondage, ayant percé 2 mètres de craie. Voir <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. II, Proc.-Verb., p. 78. Le Primaire n'a pas été atteint.
Brasserie Lannoy, chaussée de Vleurgat et avenue de la Cascade, Ixelles.	0 0 7 E.	50 49 36	M.	- 44.2	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 164.
Hôpital militaire, avenue de la Couronne, Ixelles.	0 0 45 E.	50 49 33	M.	- 43.6	<i>Ann. de la Soc. malac. de Belg.</i> , t. XXV, 1890, p. XLIII. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 56. Voir aussi la note sur le puits de la nouvelle Ecole militaire, t. XVIII, Mém., p. 483.
Manufacture de bougies de la Cour, chaussée de Mons, 445, Anderlecht.	0 2 50 W.	50 50 20	- 47.0	- 55.4	Pour le premier puits : A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 149. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 46.
Fabrique de bronze phosphaté, chaussée de Mons, 445, Anderlecht.	0 3 30 W.	50 50 4	- 47.0	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. II, Proc.-Verb., p. 77.
Distillerie Rauq, rue Haute, Bruxelles . .	0 1 40 W.	50 50 21	49.0	- 59.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. II, Proc.-Verb., p. 488.
Brasserie, au coin de la rue Rempart des Moines et de la rue des Fabriques, Bruxelles.	0 1 35 W.	50 50 57	- 56.0	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 47.
Brasserie Van den Heuvel, rue de la Senne, Bruxelles.	0 1 42 W.	50 50 57	- 58.0	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 155.
Grand Hôtel, boulevard Anspach, Bruxelles.	0 1 7 W.	50 51 0	- 44.3	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. III, Proc.-Verb., p. 102. En ce point, on a percé 0° 84 de craie, sans en atteindre la base.
Halles centrales, Bruxelles	0 1 7 W.	50 51 5	M.	- 42.1	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Proc.-Verb., p. 168.
Hôtel des Postes, place de la Monnaie, Bruxelles.	0 1 0 W.	50 51 3	M.	- 44.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. III, Proc.-Verb., p. 100.
Hôtel des Chemins de fer, Bruxelles . .	0 0 40 W.	50 50 54	- 53.9	—	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Proc.-Verb., p. 252. Ce forage attire tout spécialement l'attention. Après avoir traversé 13 mètres de craie, il a été percé 18 mètres d'éléments divers, la plupart d'origine primaire, sans atteindre les roches <i>in situ</i> à la cote - 84.81.
Place des Nations, actuellement place Rogier, Saint-Josse-ten-Noode.	0 0 46 W.	50 51 24	M	- 59.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. III, Proc.-Verb., p. 341.
Station Bruxelles-Ouest	0 2 46 W.	50 51 44	? - 68.0	? - 75.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , Mém., p. 170. Les chiffres indiqués comme niveaux occupés par le Crétacique et le Primaire ne peuvent être acceptés que sous toutes réserves.
Établissements Delhaize frères, rue d'Osseghem, Molenbeek-Saint-Jean.	0 2 46 W.	50 51 20	- 53.5	- 63.2	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 169.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque)	PRIMAIRE.	Observations.
Brasserie De Boeck, rue Van Hoegaerde, Molenbeek-Saint-Jean.	0° 2' 12" W.	50° 51' 36"	- 64 0	- 76.0	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. VI, Mém., p. 3. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 61. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 158.
Grande Brasserie de Koekelberg. . . .	2 2 32 W.	50 51 50	- 65.3 - 62.3	- 66.9 - 66.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., pp. 172-173.
Sucrerie Van Goethem, rue du Ruisseau, Molenbeek-Saint-Jean.	0 4 35 W.	50 51 30	- 61.7	- 72.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 171.
Établissement L. De Waele, boulevard Léopold II, Molenbeek-Saint-Jean.	0 4 33 W.	50 51 30	- 63.5	- 75.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XII, Mém., p. 172.
Sucrerie, quai du Halage, Laeken . . .	0 0 55 W.	50 52 0	- 63.8	- 78.3	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, p. 71. P. COGEIS et O. VAN ERTBORN, <i>Mélanges géolo- giques</i> , p. 46.
Hôtel des Téléphones, rue de la Paille, Bruxelles.	0 0 50 W.	50 50 36	- 51.8	- 57.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 168.
Construction industrielle, 84, chaussée d'Anvers, Molenbeek-Saint-Jean.	0 0 50 W.	50 51 41	- 57.8	- 73 2	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 173.
Atelier de la gare du Nord, rue du Progrès,	0 0 20 W.	50 52 0	- 53.5	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 84. p. 61. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille</i>

p. 52. Le sonnage a atteint 15^m50. La craie aurait été percée en ce point sur 44^m50 d'épaisseur et la sonde n'en aurait pas atteint la base. Cette épaisseur en ce point, sans être impossible, est tout à fait anormale. Nous avons peine à y croire. Les auteurs de la coupe font d'ailleurs toutes réserves. Ils nous disent : *Le dernier échantillon authentique de notre possession provient de la profondeur de 117^m50. Nous ne possédons plus rien de certain au delà de ce point.* On n'a pas rencontré, il est vrai, de niveau à gros éléments dans la couche de 44^m50 d'épaisseur indiquant la base du Crétacique, mais on n'en trouve pas toujours au contact de la craie et des roches primaires. Il est fort probable que le sondeur a pris pour de la craie des schistes altérés, blanchâtres, grisâtres, verdâtres. Le fait est plus que probable. La *craie durcie*, atteinte à 157^m50 et dont on n'a pas d'échantillon, serait la roche primaire intacte.

Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. V, Mém., p. 91.
— *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. IX, Mém., p. 64. — A. RUTOT, *Explication de la feuille de Bruxelles*, p. 166.

Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. V, Mém., p. 78.
— *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. IX, Mém., p. 64. — A. RUTOT, *Explication de la feuille de Bruxelles*, p. 146.

D'après une coupe communiquée
par MM. De Troye, constructeurs du puits.

A. RUTOT, *Explication de la feuille de Bruxelles*, p. 165. On a percé 16^m50 de craie, sans silex, sans en atteindre la base.

- 81.0

M.

50 52 22

0 0 20 W.

Fabrique de glaces Nyssens, rue des Palais,
Laeken.

- 63.0

50 52 16

0 0 5 W.

Établissement Blaton-Aubert (anc. Goethals),
rue du Pavillon, Schaerbeek.

- 88.9

- 71.7

50 52 37

0 0 0

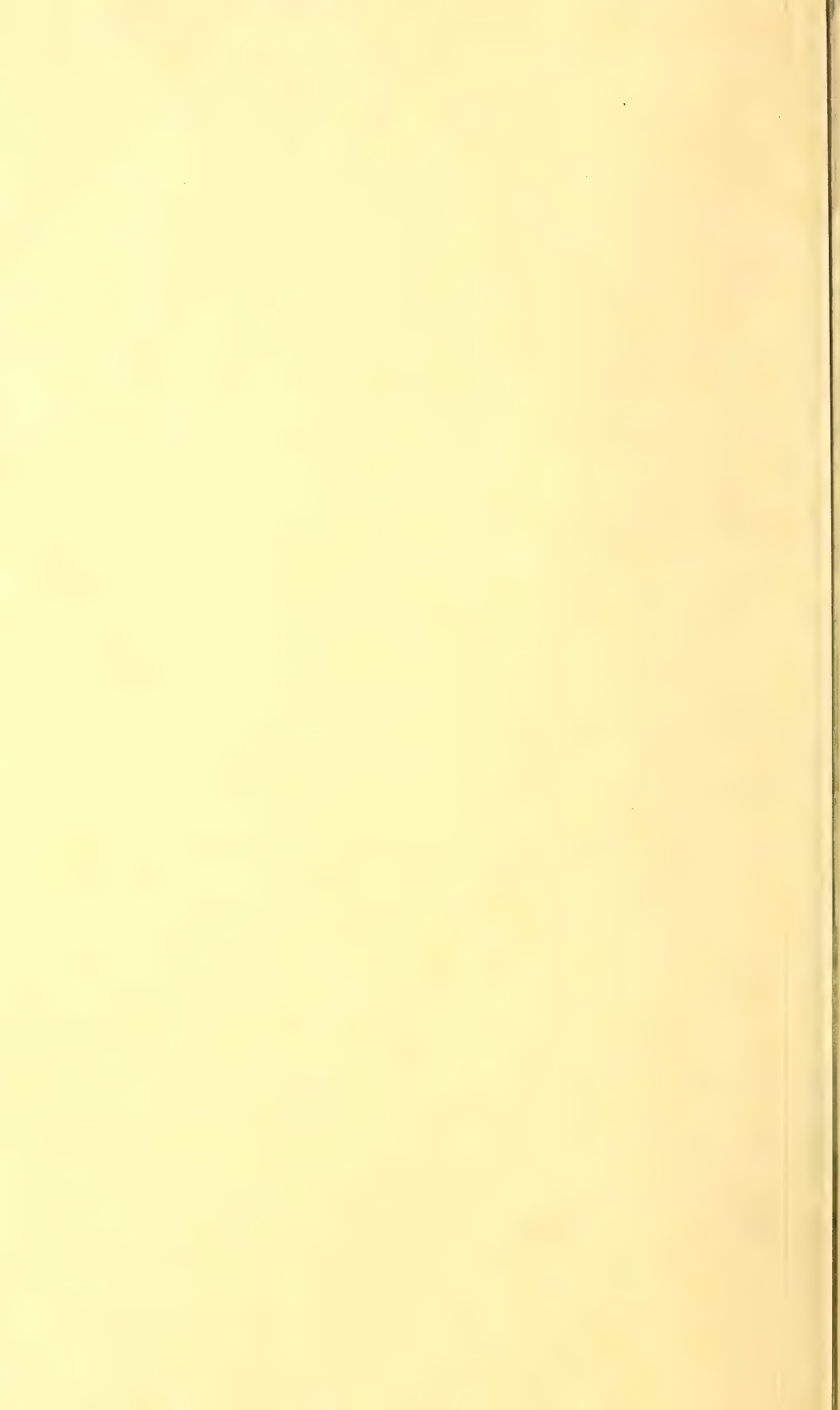
Établissement du gaz de la Ville de Bruxelles,
Laeken.

- 75.4

50 52 37

0 0 18 E.

Fonderie Godin-Lemaire, Laeken

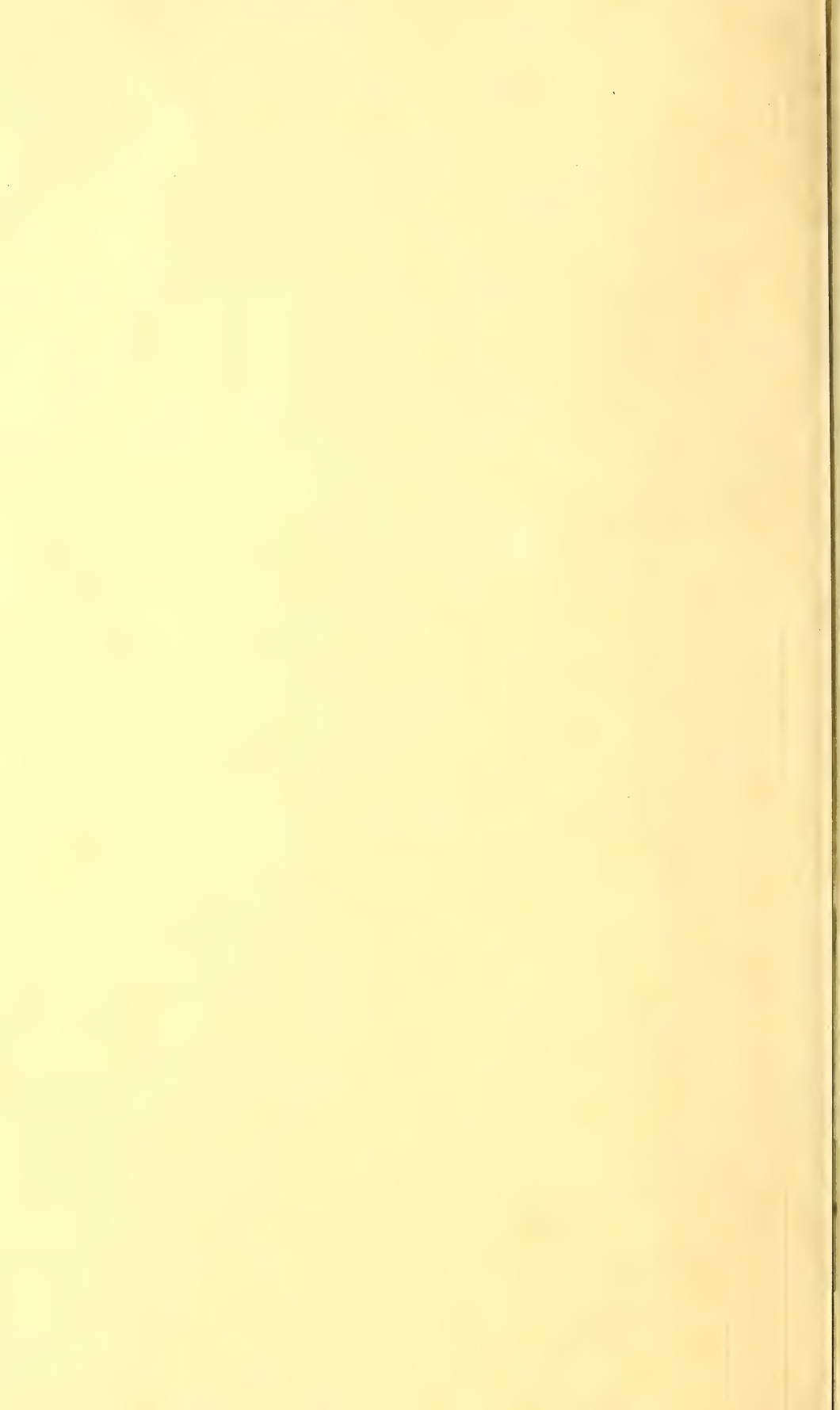


DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTAQUE. (M = maque.)	PRIMAIRE.	Observations.
Brasserie De Boeck, rue Van Hoegaerde, Molenbeek-Saint-Jean.	0° 2' 12" W.	50° 51' 36"	- 64 0	- 76.0	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. VI, Mém., p. 3. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 61. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 158.
Grande Brasserie de Koelberg.	2 2 32 W.	50 51 50	- 65.3 - 62.3	- 66.9 - 66.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., pp. 172-173.
Sucrerie Van Goethem, rue du Ruisseau, Molenbeek-Saint-Jean.	0 1 35 W.	50 51 30	- 61.7	- 72.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 171.
Établissement L. De Waele, boulevard Léopold II, Molenbeek-Saint-Jean.	0 1 33 W.	50 51 30	- 63.5	- 75.5	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XII, Mém., p. 172.
Sucrerie, quai du Halage, Laeken . . .	0 0 55 W.	50 52 0	- 63.8	- 78.3	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, p. 71. P. COGELS et O. VAN ERTBORN, <i>Mélanges géologiques</i> , p. 46.
Hôtel des Téléphones, rue de la Paille, Bruxelles.	0 0 50 W.	50 50 36	- 51.8	- 57.0	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 168.
Construction industrielle, 84, chaussée d'Anvers, Molenbeek-Saint-Jean.	0 0 50 W.	50 51 41	- 57.8	- 73 2	<i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. XV, Mém., p. 173.
Atelier de la gare du Nord, rue du Progrès, Schaerbeek.	0 0 30 W.	50 52 0	- 58.2		<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 81. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. IX, Mém., p. 61.
Truquellerie, Paimenhofen.	0 1 40 W.	50 52 24	- 62.7		<i>Ann. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. V, Mém., p. 81. — <i>Bull. de la Soc. belge de Géol.</i> , t. IX, Mém., p. 61. Ce sondage a atteint 157°50. La craie aurait été perçue en ce point sur 44°50 d'épaisseur et la sonde n'en aurait pas atteint la base. Cette épaisseur en ce point, sans être impossible, est tout à fait anormale. Nous avons peine à y croire. Les auteurs de la coupe font d'ailleurs toutes réserves. Ils nous disent : Le dernier échantillon authentique en notre possession provient de la profondeur de 117°50. Nous ne possédons plus rien de certain au delà de ce point. On n'a pas rencontré, il est vrai, de niveau à gros éléments dans la couche de 44°50 d'épaisseur indiquant la base du Crétacique, mais on n'en trouve pas toujours au contact de la craie et des roches primaires. Il est fort probable que le sondeur a pris pour de la craie des schistes altérés, blanchâtres, grisâtres, verdâtres. Le fait est plus que probable. La craie durcie, atteinte à 157°50 et dont on n'a pas d'échantillon, serait la roche primaire intacte.
Fabrique de glaces Nyssens, rue des Palais, Laeken.	0 0 20 W.	50 52 22	M.	- 81.0	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 91. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 61. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 166.
Établissement Blaton-Aubert (anc. Goethals), rue du Pavillon, Schaerbeek.	0 0 5 W.	50 52 16	- 63.0	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 78. — <i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. IX, Mém., p. 61. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 146.
Établissement du gaz de la Ville de Bruxelles, Laeken.	0 0 0	50 52 37	- 71.7	- 88.9	D'après une coupe communiquée par MM. De Troye, constructeurs du puits.
Fonderie Godin-Lemaire, Laeken . . .	0 0 18 E.	50 52 37	- 75.4	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 165. On a percé 16°50 de craie, sans silex, sans en atteindre la base.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque).	PRIMAIRE.	Observations.
Scierie de marbres de M. Bouénéau, rue Herry, Laeken.	0°0'40" W.	50°51'54"	- 61.5	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruzelles</i> , p. 461.
Propriété L. De Waele, Laeken-Heyssel.	0 1 20 W.	50 53 34	- 92.1	- 114.0	Ce forage, exécuté en 1903-1904, a atteint 203 ^m 42 de profondeur. Il a pénétré à 56 ^m 67 dans les roches primaires. RÉSUMÉ DE LA COUPE. Cote : 32.50. Quaternaire 14 ^m 25 Pansélien 4.90 (Couche à <i>N. planulata</i>). Ypresien 64.85 Landénien inf. 40.65 Crétacique 22.10 Cambrien 56.67 203.47
Brasserie rue Prévinacre, Cureghem-Anderlecht.	0 2 50 W.	50 50 3	- 49.2	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruzelles</i> , p. 145.
Teinturerie Steinberg, rue Haberman, Cureghem-Anderlecht.	0 2 3 W.	50 50 46	- 55.5	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruzelles</i> , p. 171.
Propriété de M. Bluck, 67, rue de l'Intendant, Molenbeek-Saint-Jean.	0 1 35 W.	50 51 42	- 62.7	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruzelles</i> , p. 163.

Briqueterie Draps, rue Van Hoegaerde, Pannenhuyss-Laeken.	—	—	-77?	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 164.
Propriété Wallenstein, chaussée d'Anvers, Laeken.	—	—	-58.6	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 174. La sonde a pénétré à 41 mètres dans la craie sans en atteindre la base. Le point est situé à 350 mètres environ au Sud de la marbrerie Boucneau.
Laeken, Gros-Tilleul	—	—	—	—	Nous n'avons aucun renseignement précis sur le sondage exécuté à Laeken Gros-Tilleul, non loin de la tour japonaise, si ce n'est que la surface du sol se trouve à la cote 57. Il aurait atteint la profondeur de 200 mètres, soit la cote - 44,3 environ, profondeur relativement moins grande que le n° 44 au Heyssel. Ce dernier atteint la cote - 171. A l'aide de la coupe de ce dernier, située à 4 kilomètres à l'Ouest, et de la Carte géologique, il serait facile de reconstituer la coupe entière du n° 52.
Ancienne propriété Washer, rue du Poinçon, Bruxelles.	0°4'40"W.	50°50'40"	—	—	La craie aurait été atteinte entre les cotes - 54.5 et - 56.5. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 174.
Puits de M. Donner?	—	—	—	—	La craie a été atteinte à 78.50 et percée sur 7m50.

SONDAGES SUR LESQUELS ON NE POSSÈDE PAS DE DONNÉES SUFFISANTES.



DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (N = manque)	PRIMAIRE.	Observations.
Scierie de marbres de M. Bouenéau, rue Herry, Laeken.	0°0'40" W.	50°51'54"	- 61.5	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 161.
Propriété L. De Waele, Laeken-Heyssel.	0 1 20 W.	50 53 34	- 92.1	- 114.0	Ce forage, exécuté en 1903-1904, a atteint 203 ^m 42 de profondeur. Il a pénétré à 56 ^m 67 dans les roches primaires. RÉSUMÉ DE LA COUPE. Cote : 32.50. Quaternaire 14 ^m 25 Panislien 4.90 (Couche à <i>N. planulata</i>). Ypresien 64.85 Landenien inf. 40.65 Crétacique 22.10 Cambrien 56.67 203.47
Brasserie rue Prévinaire, Cureghem-Anderlecht.	0 2 50 W.	50 50 3	- 49.2	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 145.
Teinturerie Steinberg, rue Haberman, Cureghem-Anderlecht.	0 2 3 W.	50 50 46	- 55.5	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 171.
Propriété de M. Black, 67, rue de l'Intendant, A. Anderlecht, Saint-Jean.	0 4 35 W.	50 51 42	- 62.7	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 163.
Nouvelle Ecole militaire, avenue de la Renaissance, Bruxelles.	0 1 22 W.	50 50 44	42.1	- 41.8	Bull. de la Soc. belge de géol., t. XVIII, Mém., p. 153.
Briqueterie Draps, rue Van Hoegaerde, Pannenhuy-Laeken.	—	—	- 77?	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 164.
Propriété Wallenstein, chaussée d'Anvers, Laeken.	—	—	- 58.6	—	A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 171. La sonde a pénétré à 11 mètres dans la craie sans en atteindre la base. Le point est situé à 350 mètres environ au Sud de la marbrerie Bouenéau.
Laeken, Gros-Tilleul	—	—	—	—	Nous n'avons aucun renseignement précis sur le sondage exécuté à Laeken Gros-Tilleul, non loin de la tour japonaise, si ce n'est que la surface du sol se trouve à la cote 57. Il aurait atteint la profondeur de 200 mètres, soit la cote - 443 environ, profondeur relativement moins grande que le n° 44 au Heyssel. Ce dernier atteint la cote - 171. A l'aide de la coupe de ce dernier, situé à 1 kilomètre à l'Ouest, et de la Carte géologique, il serait facile de reconstituer la coupe entière du n° 52.
SONDAGES SUR LESQUELS ON NE POSSÈDE PAS DE DONNÉES SUFFISANTES.					
Ancienne propriété Washer, rue du Poinçon, Bruxelles.	0°1'40" W.	50°50'40"	—	—	La craie aurait été atteinte entre les cotes - 54.5 et - 56.5. — A. RUTOT, <i>Explication de la feuille de Bruxelles</i> , p. 171.
Puits de M. Donner?	—	—	—	—	La craie a été atteinte à 78.50 et percée sur 7 ^m 50.

DÉSIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque.)	PRIMAIRE.	Observations.
Puits de M. Donner?	—	—	—	—	Serait-ce l' <i>usine Passavant</i> (ancienne usine Donner), rue Ransfort, à Molenbeek-Saint-Jean? Le sondage aurait atteint 130 mètres de profondeur.
Anciens établissements Pauwels, rue de Launoy, 16, Molenbeek-Saint-Jean.	—	—	—	—	Craie à 80 mètres; schiste à 125 mètres (?); quartzite à 129-50 (?). <i>Beaucoup de craie colorée en jaune par l'hydrate ferrique.</i> Incontestablement du schiste altéré. Les deux derniers points sont voisins et peu éloignés du n° 30.
Fabrique de bougies de M. Bollinecx, à Cureghem.	—	—	—	—	Les renseignements font défaut sur ce forage. Il a atteint les schistes décomposés et colorés en rouge.
Brasserie Damiens, rue Vautier, près du Musée d'Histoire naturelle, Ixelles.	—	—	—	—	Serait-ce celui dont il est question <i>Soc. belge de Géol.</i> , t. VIII, Proc.-Verb., p. 256?
Brasserie Van de Perre (anciennement Van Volxem), avenue Livingstone, près de la rue de la Loi, Bruxelles.	—	—	—	—	Cote 50 environ. Le forage aurait atteint 114 mètres de profondeur, ce qui paraît certain. Le point se trouve à 4 kilomètre à l'Ouest de la nouvelle École militaire. On aurait atteint la cote - 64, soit 17 mètres plus bas; on peut en conclure qu'on n'a pas rencontré le quartzite de Blamont, roche absolument

EST UNES TOUSIN DE CEUX DE M. DIECK (11° 41').
Profondeur atteinte : - 64,5.

Deux autres puits forés dans le voisinage de la gare de *Haeren* pour la Ville de Vilvorde ont atteint le Crétacique à la cote - 93. — A. RUTOT, *Explication de la feuille de Bruxelles*, p. 119.

PLANCHETTE DE VILVORDE.

Fabrique de bleu d'outremer, près la gare de Haeren.

- 93.4

Usine Hanssens, près de l'Écluse, côté Ouest du canal, Trois-Fontaines, Vilvorde.

- 9.8

Usine Hauterman, contre le chemin, à 200 m. au Nord de la gare de Vilvorde.

- 117.0

Usine Legrand, Vilvorde

- 114.6

Brasserie De Nayer, rue de Louvain, Vilvorde

- 117.0

Puits de M. Nowé, près du château d'eau, Vilvorde.

- 117.0

Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. V, Mém., p. 89.

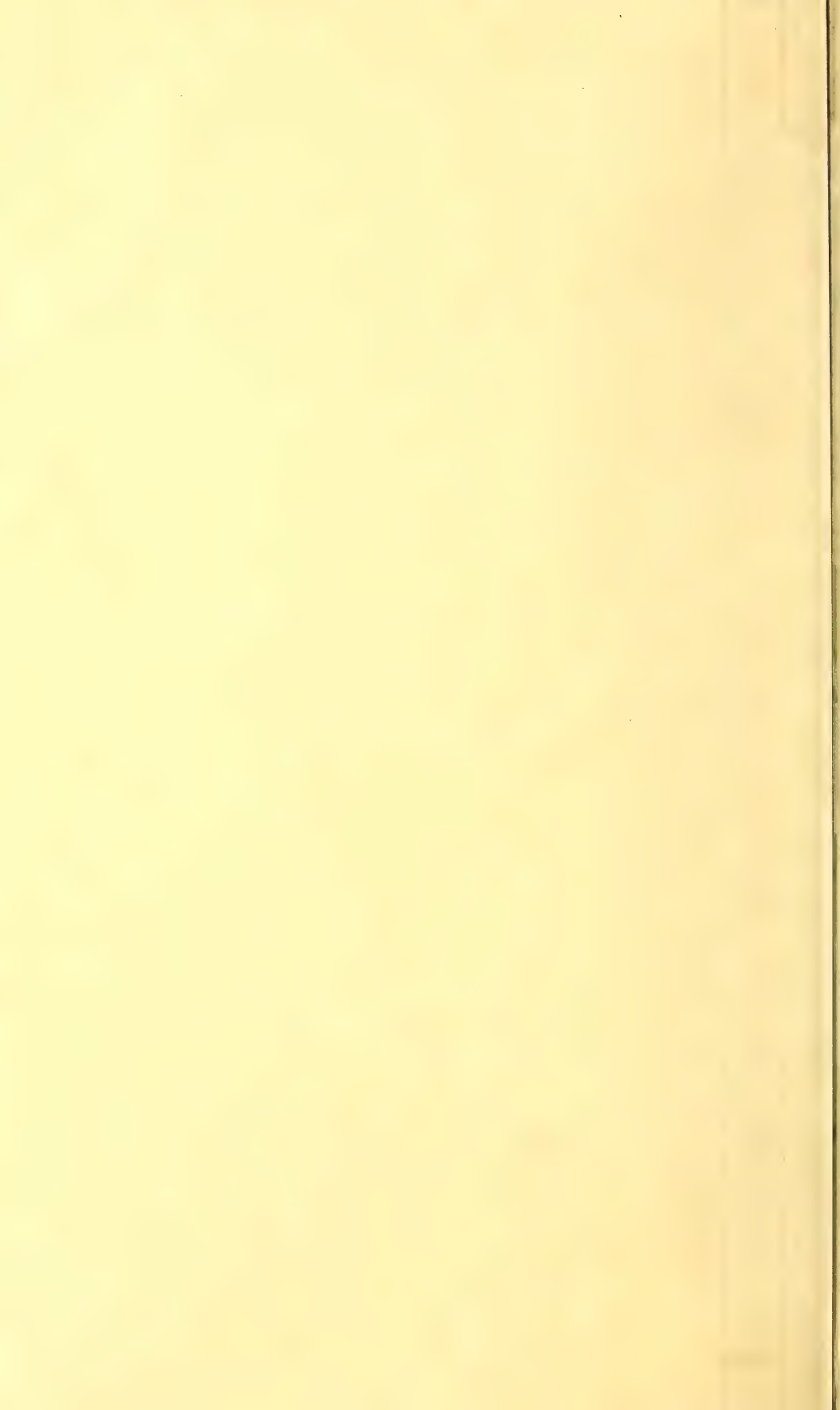
Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. V, Mém., p. 90.

Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. V, Mém., p. 90.

Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. V, Mém., p. 91.

CH. VAN MIERLO, A. RUTOT, E. VAN DEN BROECK, *Rapport sur le puits artésien de M. Nowé, Vilvorde*. Imprimerie Van Rollegheem, 1889.

N. B. — Il n'a pas été tenu compte des forages qui n'ont atteint que le sable vert landenien sur le territoire des planchettes de Bruxelles et de Vilvorde.



DESIGNATION DES FORAGES.	LONGITUDE.	LATITUDE.	CRÉTACIQUE. (M = manque.)	PRIMAIRE.	Observations.
Puits de M. Donner?	—	—	—	—	Serait-ce l'usine <i>Passavant</i> (ancienne usine Donner), rue Ransfort à Molenbeek-Saint-Jean? Le sondage aurait atteint 130 mètres de profondeur.
Anciens établissements Pauwels, rue de Launoy, 16, Molenbeek-Saint-Jean.	—	—	—	—	Craie à 80 mètres; schiste à 125 mètres (?); quartzite à 129 ^m 50 (?). <i>Beaucoup de craie colorée en jaune par l'hydrale ferrugineuse.</i> Incontestablement du schiste altéré. Ces deux derniers points sont voisins et peu éloignés du n° 30.
Fabrique de bougies de M. Bollinckx, à Cureghem.	—	—	—	—	Les renseignements font défaut sur ce forage. Il a atteint les schistes décomposés et colorés en rouge.
Brasserie Damiens, rue Vautier, près du Musée d'Histoire naturelle, Ixelles.	—	—	—	—	Serait-ce celui dont il est question <i>Soc. belge de Géol.</i> , t. VIII. Proc.-Verb., p. 256?
Brasserie Van de Perre (anciennement Van Voixem), avenue Livingstone, près de la rue de la Loi, Bruxelles.	—	—	—	—	Cote 50 environ. Le forage aurait atteint 114 mètres de profondeur, ce qui paraît certain. Le point se trouve à 1 kilomètre à l'Ouest de la nouvelle Ecole militaire. On aurait atteint la cote — 64, soit 17 mètres plus bas; on peut en conclure qu'on n'a pas rencontré le quartzite de Dalmont, caché absolument sous l'épais dépôt d'argile bruno-rouge.

Fonderie Martin, rue Uclens, Molenbeek-Saint-Jean.

Fabrique de bleu d'outremer, près la gare de Haeren.

Soc. malac. de Belg., t. XXIX, p. XIV. Ce sondage n'a pas dépassé la couche de sable verdâtre. Il est très voisin de celui de M. Bleek (n° 47). Profondeur atteinte : — 64,5.

Deux autres puits forés dans le voisinage de la gare de Haeren pour la Ville (c. Vilvorde) ont atteint le Crétacique à la cote — 93. — A. Rutot. *Explication de la feuille de Bruxelles*, p. 119.

PLANCHETTE DE VILVORDE.

Usine Hanssens, près de l'Écluse, côté Ouest du canal, Trois-Fontaines, Vilvorde.	—	—	— 9.8	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 89.
Usine Hauterman, contre le chemin, à 200 m. au Nord de la gare de Vilvorde.	—	—	— 117.0	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 90.
Usine Legrand, Vilvorde.	—	—	— 114.6	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 90.
Brasserie De Nayer, rue de Louvain, Vilvorde	—	—	— 117.0	—	<i>Ann. de la Soc. géol. de Belg.</i> , t. V, Mém., p. 91.
Puits de M. Nowé, près du château d'eau, Vilvorde.	—	—	— 117.0	—	CH. VAN MIERLO, A. RUTOT, E. VAN DEN BROECK, <i>Rapport sur le puits artésien de M. Nowé, Vilvorde</i> . Imprimerie Van Rollegheem, 1889.

N. B. — Il n'a pas été tenu compte des forages qui n'ont atteint que le sable vert landenien sur le territoire des planchettes de Bruxelles et de Vilvorde.

Du niveau hydrostatique des nappes artésiennes à Bruxelles et dans sa banlieue.

Il y a une quarantaine d'années, les nappes artésiennes donnaient des sources jaillissantes dans le fond de la vallée de la Senne. Depuis lors, le forage d'un grand nombre de puits artésiens et surtout le pompage énergique ont fortement déprimé les niveaux hydrostatiques, qui ne s'équilibrent plus qu'à 10 mètres et même beaucoup plus en contre-bas du sol.

Lors du forage d'un puits, en 1871, rue des Goujons, à Cureghem, le débit du niveau aquifère de la base du Landenien s'élevait à une soixantaine de litres par minute au niveau du sol, et en 1872, le sondage exécuté près de l'atelier de la gare du Nord déversait au niveau du rail 79 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Le dernier puits qui fut jaillissant dans l'agglomération bruxelloise, tout au moins à notre connaissance, fut celui foré en 1889 dans la sucrerie du quai du Halage et qui a sa source dans le Crétacique.

A l'amidonnerie de Machelen, en 1869, la nappe du sable vert landenien débitait au sol 125 litres par minute.

A Trois-Fontaines lez-Vilvorde, 60; à Vilvorde, 90 litres.

Les niveaux hydrostatiques des nappes du sable vert landenien, des *silex verdis*, base des couches tertiaires et des fissures de la craie, n'ont jamais été constatés, mais ils n'atteignaient certainement pas la cote 25.

A Vilvorde, celui du puits Nowé, qui alimente la distribution publique, seul fut mesuré. Il s'équilibrait, en 1889, à 6^m90 au-dessus du sol, soit à la cote 24.80 (1). Ce dernier sondage tient certainement le record comme débit dans la vallée de la Senne, car il s'élevait en 1889 à 560 litres par minute au niveau du sol. La source se trouve dans les fissures de la craie.

Lorsque les puits des Glacières, de la Prison cellulaire, du Dépôt des trams, de l'Hôpital militaire furent forés sur les hauteurs de la rive droite de la Senne, on découvrit un niveau hydrostatique beaucoup plus élevé, s'équilibrant à la cote 59 environ.

La craie faisant défaut en ces points, la source se trouve dans les

(1) CH. VAN MIERLO, A. RUTOT et E. VAN DEN BROECK, *Rapport sur le puits artésien de M. Nowé*.

fissures des terrains primaires, qui affleurent dans la direction du Sud-Est à des cotes plus élevées. Il ressort à l'évidence de ces faits que ces fissures n'ont aucune communication avec celles rencontrées dans les mêmes terrains, situés en dessous du fond de la vallée. La différence des niveaux hydrostatiques, qui n'était jadis que de 55 mètres environ, s'élève à présent à 45 ou 50 mètres; or une telle *perte de charge* sur une distance qui n'excède pas 2 kilomètres n'est pas possible.

Le sondage qui vient d'être fait à la nouvelle École militaire nous révèle un troisième niveau hydrostatique s'équilibrant à la cote 56.50, intermédiaire entre les deux précédents.

Ces faits sont certainement intéressants à constater.

Sur la rive gauche de la Senne, aucun fait de ce genre n'a été observé jusqu'à présent.





GÉOSYNCLINAUX

ET

RÉGIONS A TREMBLEMENTS DE TERRE

ESQUISSE DE GÉOGRAPHIE SISMICO-GÉOLOGIQUE (1)

PAR

F. DE MONTESSUS DE BALLORE

PRÉAMBULE

Il y a vingt-cinq ans, le problème sismologique se présentait encore comme absolument mystérieux. Des théories contradictoires, dont le nombre même attestait la fragilité, n'étaient en réalité que d'arbitraires hypothèses météorologiques ou cosmogoniques, et c'était bien timidement qu'un petit nombre de savants avaient voulu chercher les causes des tremblements de terre exclusivement dans l'écorce terrestre, c'est-à-dire dans le milieu où ils prennent naissance, en un mot, s'étaient décidés à les mettre en relation avec les phénomènes géologiques présents et passés. L'exemple de Suess et de quelques autres n'avait guère été suivi; en tout cas, aucune généralisation n'était résultée des travaux du savant autrichien sur les sismes de l'Italie méridionale et des Alpes orientales, pas plus que de ceux de ses continuateurs.

Entretemps, une véritable révolution s'était cependant produite dans l'étude des secousses du sol. Grâce aux sismologues italiens et, un peu plus tard, à ceux du Japon, pour ne citer que les plus actifs dans une voie nouvelle, de nombreux instruments ont été inventés et combinés en vue de signaler les plus imperceptibles frémissements de l'écorce terrestre et de scruter les particularités mécaniques et cinéma-

(1) Mémoire présenté à la séance du 20 décembre 1904.

tiques du mouvement sismique. De nombreux observatoires spéciaux ont été installés un peu partout et commencent à former un assez dense réseau à la surface du globe, malgré de nombreuses et regrettables lacunes qui, on doit l'espérer, ne tarderont pas à se combler petit à petit. Dès lors, la sismologie avait conquis son autonomie et défini ses méthodes, tandis que les préoccupations d'ordre météorologique ou autre passaient du même coup au second plan. Mais par une conséquence malheureuse de ces brillantes recherches, surtout physiques et mécaniques, on négligeait de plus en plus le point de vue géologique, le seul permettant pourtant de s'attaquer en face aux origines du phénomène sismique, et l'on s'attardait à étudier pour lui-même un mouvement qui, pour intéressant qu'il soit, n'en est pas moins un effet seulement consécutif des tremblements de terre, de sorte que ces recherches restent incapables de faire remonter à leur genèse. Cependant de-ci de-là quelques rapides considérations sur la géologie des régions ébranlées, terminant les descriptions des sismes les plus importants, auraient dû suffire pour rappeler aux sismologues physiiciens qu'ils aiguillaient leurs efforts sur un problème véritablement accessoire, malgré l'intérêt, tout à fait indiscutable d'ailleurs, des résultats qu'ils obtenaient. Si l'on veut permettre une comparaison, c'est comme si les météorologistes limitaient leurs recherches à la trajectoire des cyclones, aux lois mécaniques du mouvement des fluides, sans se préoccuper des phénomènes atmosphériques précédant et accompagnant leur formation au sein même des pays où ils prennent naissance.

La question ainsi posée, il devenait absolument nécessaire de connaître tout d'abord, et d'une manière approfondie, la répartition des tremblements de terre à la surface du globe, problème préliminaire que les grands catalogues sismiques des Mallet, des Perrey, des Fuchs, etc., permettaient de résoudre approximativement, au moins pour les pays d'ancienne culture scientifique au sujet desquels les renseignements abondent. Puis l'essor de la colonisation européenne dans le monde entier, et en même temps le développement inattendu des études sismologiques dans les pays le plus souvent et durement éprouvés, ont permis de récolter un assez grand nombre d'observations de tremblements de terre — actuellement plus de 170 000 — pour qu'une description sismique de l'univers ne présente plus que des lacunes sans grande importance et n'attende que des perfectionnements de détail.

Du même coup, il était devenu possible, au moyen de ces matériaux considérables, de réfuter par la statistique de nombreuses lois empiriques de relations des tremblements de terre avec les phénomènes

naturels les plus hétéroclites et qui, basés sur des observations en nombre très insuffisant, étaient le plus souvent contradictoires de pays à pays, ce qui en prouvait le peu de bien fondé. Il est bien entendu qu'il faut faire exception en faveur d'une importante catégorie de mouvements sismiques enregistrés par les appareils sismographiques et qui, n'étant pas toujours l'écho lointain de véritables tremblements de terre, peuvent, dès lors, relever de phénomènes extérieurs dont on ne saurait nier l'action sur l'écorce terrestre et obéir à des lois de périodicité.

L'établissement du vaste catalogue de tremblements de terre dont il vient d'être question, a conduit à une description sismique du globe et en même temps à la détermination des caractères géographiques et géologiques différenciant les régions *sismiques* où les secousses du sol sont fréquentes et parfois plus ou moins désastreuses, les régions *péné-sismiques* où, à des degrés divers fréquentes, elles ne sont jamais destructives, enfin les régions *asismiques* de stabilité parfaite, où elles sont faibles et rares quand on ne les ignore pas complètement. Cette différenciation a permis, d'une manière pour ainsi dire automatique, et successivement en passant à des constatations de plus en plus complexes, mais toujours basées sur la seule statistique et sans idées préconçues, de montrer que les tremblements de terre ont des relations bien définies avec les conditions générales de relief et les circonstances géologiques des pays où ils se produisent. Il suffit ici de les rappeler brièvement et dans l'ordre de leur découverte, parce qu'il en sera souvent question dans ce travail.

De deux régions voisines, la plus instable est celle qui présente la plus forte pente générale, ou les plus grandes différences d'altitude (relief absolu émergé ou immergé). La raison en est que celle-ci en est le plus souvent la plus disloquée. Le phénomène sismique apparaît ainsi en relation avec les principales vicissitudes géologiques, surrection des grandes lignes de corrugation de l'écorce terrestre, creusement des océans, etc.

Dans le détail, l'influence sismogénique des principaux accidents — plissements, effondrements ou surrections d'un caractère local, failles, etc. — s'est montrée plus difficile à débrouiller, parce qu'on les rencontre un peu partout à la surface du globe les uns ou les autres, et qu'il faut aussi tenir compte de leur plus ou moins grande ancienneté. D'une façon générale, on peut dire qu'on vient de les énumérer dans l'ordre de leur action décroissante, et cette observation est bien d'accord avec la loi de relief, puisque l'écorce terrestre doit ses plus

importantes chaînes de montagnes surtout au plissement. Il est bien entendu qu'en parlant de ces influences, on a en vue celles des efforts tectoniques auxquels les accidents dont il vient d'être question doivent naissance.

Le facteur temps ne pouvait manquer d'intervenir. Et, en effet, l'observation montre qu'un phénomène géologique a d'autant plus de chance de se perpétuer sous la forme atténuée de sismes, que, toutes choses égales d'ailleurs, il est moins ancien.

C'est ainsi que les plissements calédoniens, armoricains et alpins sont respectivement dans leur ensemble asismiques, pénésismiques et sismiques. L'âge même des sédiments qui recouvrent une région donnée, en en exceptant les dépôts quaternaires résultant d'actions superficielles, joue aussi son rôle dans le même sens, mais d'une manière moins marquée, à cause des accidents qui peuvent n'affecter que le substratum.

La description sismique du globe a fourni deux résultats généraux de grande importance, l'un déjà soupçonné, l'indépendance entre les phénomènes sismiques et volcaniques, l'autre tout à fait inattendu, la répartition des régions à tremblements de terre sur deux étroites zones couchées le long de deux grands cercles de la sphère terrestre. Cette relation purement géométrique appelait une interprétation géologique. Elle se lit immédiatement sur les cartes : *Les zones renfermant les régions sismiques coïncident exactement avec les géosynclinaux de l'époque secondaire*, tels que les a figurés M. Haug dans son mémoire bien connu : *Les géosynclinaux et les aires continentales*.

C'est bien là une loi synthétique générale mettant nettement les sismes sous la dépendance directe des principaux mouvements de l'écorce terrestre, puisque c'est le long de ces lignes qu'ils ont atteint leurs plus grandes amplitudes positives ou négatives. Conséquence exclusive de la statistique et, par conséquent, ne relevant que de l'observation sans l'introduction d'aucune hypothèse, cette loi peut s'énoncer en disant que :

Les géosynclinaux, ou les bandes les plus mobiles de la surface terrestre, où les sédiments déposés sous les plus grandes épaisseurs ont été ensuite, à l'époque tertiaire, énergiquement plissés et relevés pour la formation des principales chaînes actuelles, ou géanticlinaux, renferment à eux seuls, et à deux ou trois exceptions douteuses près seulement, toutes les régions sismiques, qui par conséquent les caractérisent.

L'instabilité sismique ne pouvait être uniforme le long de ces bandes, à cause du non-synchronisme des mouvements et de leurs

différences d'amplitude. Elles renferment donc çà et là des régions pénésismiques et même parfois des régions asismiques, dont la raison d'être se découvre dans le détail de l'histoire géologique. Souvent la sismicité, déjà en rapport avec le plus ou moins d'ancienneté des mouvements positifs et négatifs et l'importance du relief émergé ou immergé, se montre aussi en proportion de la puissance des sédiments relevés, ce qui est tout simplement une autre expression de la loi de l'influence sismogénique du relief.

Dans bien des cas, les régions sismiques particulières épousent nettement le tracé de synclinaux de second ordre, attestant ainsi plus étroitement encore leur liaison avec les mouvements ultérieurs nés au sein des géosynclinaux.

Les géosynclinaux plus anciens, qui à des époques géologiques antérieures ont donné lieu à des chaînes plissées, maintenant arasées et à peine discernables dans leur état actuel de pénéplaines, présentent aussi des régions pénésismiques, restes d'anciennes régions sismiques tendant à la stabilité, tandis que les aires continentales, — au sens de M. Haug, — que leur architecture tabulaire démontre n'avoir jamais été que le siège de mouvements d'ensemble de faible amplitude relative et sans grands dérangements des couches sédimentaires sous-jacentes, sont très généralement asismiques, ou à peine pénésismiques dans des cas particuliers explicables. Ainsi l'on peut dire d'une façon abrégée que :

L'architecture plissée des géosynclinaux est instable, à l'inverse de l'architecture tabulaire des aires continentales, et ce à toutes les époques géologiques vraisemblablement.

Telle est la loi qu'il s'agit d'établir ici en parcourant rapidement la surface du globe. Dès lors, il est rationnel de diviser le sujet en sept paragraphes correspondant aux cinq aires continentales et aux deux géosynclinaux, dont les limites seront supposées connues d'après le travail de M. Haug. Ce sont, avec les nombres de sismes correspondants ainsi que les pour-cent du total :

	Nombres de sismes.	%
I. Continent Nord-Atlantique	8 939	5.21
II. — sino-sibérien.	3 479	2.03
III. — australo-indo-malgache	374	0.22
IV. — africano-brésilien	457	0.27
V. Géosynclinal méditerranéen	90 126	52.57
VI. — circumpacifique	66 026	38.51
VII. Océan Pacifique	2 033	1.19
	171 434	100.00

Les géosynclinaux renferment donc 91.08 % des tremblements de terre qu'on a pu recueillir, contre les 8.92 % seulement correspondant aux aires continentales, en dépit de la bien plus grande surface terrestre qu'elles recouvrent.

On pourrait à la rigueur objecter que les observations sismologiques ne sont anciennes et suffisamment développées que pour le seul continent Nord-Atlantique et que, par suite, cette énorme prépondérance de sismicité en faveur des géosynclinaux, plus apparente que réelle, est faussée par le manque d'informations relatives aux autres aires continentales. A cela on peut répondre que la complexité des conditions géographiques et géologiques du continent Nord-Atlantique par rapport à celles des quatre autres n'est pas étrangère au plus grand nombre de sismes qu'on a observés pour le premier, 5.21 % contre 3.71 % signalés pour les quatre derniers ensemble. Si même l'on ne veut pas tenir compte de cet argument, il faut admettre cependant qu'au maximum les cinq aires continentales ne pourront jamais fournir plus de 23 % des tremblements de terre, ce qui réduirait à 75 % au lieu de 91.08 % la sismicité des géosynclinaux par rapport à celle de 8.92 % des aires continentales. La loi n'en subsisterait donc pas moins.

On n'a pas la prétention de résoudre complètement le problème sismique au moyen de cette loi synthétique. Mais c'est déjà un résultat important de pouvoir affirmer, sur la seule foi de la statistique, l'intime dépendance entre les tremblements de terre et les zones de l'écorce terrestre où les plissements ont atteint leur plus grande énergie en même temps que les mouvements verticaux leur plus grande amplitude. Cela n'exclut d'ailleurs pas dans le détail l'existence de causes sismogéniques locales et d'action plus immédiate, mais l'exposition en est tout naturellement réservée aux monographies devant constituer par leur ensemble une description sismico-géologique du globe, dont les lacunes inévitables seront en proportion du degré d'avancement des recherches géologiques et sismologiques régionales. On se contentera d'exposer ici la loi générale que met hors de doute le nombre considérable de tremblements de terre relatés et mis en œuvre. Si elle a été établie *a posteriori*, souvent, pour plus de clarté, on en parlera comme d'un résultat *a priori* : simple artifice de langage.

I. — Continent Nord-Atlantique.

Le continent Nord-Atlantique comprend, des Rocheuses à l'Oural, les terres et les mers au Nord de la grande ride alpine et antillienne. On va montrer comment l'instabilité s'y répartit, et à quel degré, au rapport des principales circonstances géologiques, et c'est d'ailleurs la marche qui sera suivie dans tout ce travail.

Les pays scandinaves sont généralement très stables. Or il s'agit là d'un ancien môle de terrains archéens et primaires, le bouclier finno-scandinave de Suess, s'étendant à la Finlande par-dessus la Baltique et que de faibles secousses n'agitent plus qu'en des points particuliers. C'est une aire de surélévation, dont les mouvements récents n'ont que peu ou pas d'influence sismogénique, parce qu'ils se sont produits sur une vaste surface en forme de dôme très surbaissé.

La côte de Norvège tombe sur l'Océan par un escarpement disloqué attestant l'ouverture peu ancienne — fin de l'époque tertiaire — de l'Atlantique entre les parties septentrionales de l'Europe et de l'Amérique, mouvement qui s'est fait sans grands effondrements ou fractures, puisqu'il n'y a pas de véritables abîmes océaniques le long de ce littoral. Aussi cette aire continentale, plutôt ennoyée qu'effondrée, ne présente-t-elle que des régions pénésismiques. Les secousses norvégiennes sont en relation incontestable avec les fjords, double système de cassures parallèles, dont l'état de fraîcheur, favorisé, il est vrai, par la couverture glaciaire, n'en atteste pas moins la jeunesse relative, qui en explique une certaine mobilité traduite par des sismes. D'autres se font sentir aussi autour du golfe de Christiania, prolongé dans l'intérieur par de puissantes fractures disposées comme les failles périadriatiques. C'est d'ailleurs l'emplacement d'un synclinal silurien, trop ancien donc pour donner encore lieu de nos jours à un district sismique.

La Scanie, quelquefois ébranlée, montre des cassures dont la plus importante, de direction méridienne, est accusée par la ligne des lacs, maintenant émergée, et joue un rôle sismogénique bien défini.

Le long du golfe de Bothnie, d'autres secousses rappellent sans doute les mouvements bien connus de la mer pléistocène, que beaucoup veulent voir encore actifs, tandis qu'à l'autre extrémité de la Baltique, celles du Jutland correspondent aux cassures récentes qui ont ouvert les détroits postérieurement aux dépôts glaciaires les plus anciens.

Enfin les Lofoden, peut-être restes de la chaîne calédonienne plissée, sont agitées de sismes dont la rareté semble venir tout exprès à l'appui de la stabilité des plissements très anciens.

Le reste de la Scandinavie et de la Finlande est nettement asismique, comme il convient à un massif de très ancienne consolidation dès longtemps réduit à l'état de pénéplaine par les agents extérieurs.

Cette stabilité s'étend aux terres arctiques d'Europe, où l'existence de sédiments variés de toutes les époques paraît indiquer la permanence d'un domaine maritime polaire et peut ainsi expliquer l'absence de sismes, faute de dérangements de suffisante amplitude.

Les îles Britanniques se trouvent à peu près dans les mêmes conditions et les tremblements de terre y sont en relation avec des accidents particuliers, comme la fracture du canal calédonien, ou la grande faille bordière des terrains carbonifériens de la Basse-Écosse.

L'Europe moyenne est caractérisée par une série de massifs granitiques ou primaires, formant des îlots montagneux, plus ou moins élevés, qui ont joui du singulier privilège de rester constamment émergés au milieu des mers successives qui, déposant leurs sédiments tout autour, s'avançaient et se retiraient alternativement. Ce sont l'Irlande, le Pays de Galles, la Cornouaille, la Bretagne et la Vendée, le plateau central français, la Meseta ibérique, les Vosges, la Forêt Noire, l'Odenwald, le Spessart, la Bohême, les Balkans, le bas pays du Bug et du Dnieper, l'Oural enfin. D'une façon générale, ils sont asismiques, ainsi que les aires sédimentaires interposées entre eux. Les exceptions qui s'y rencontrent sous forme de régions pénésismiques d'importance variée coïncident toutes avec des plissements post-carbonifériens (Pays de Galles, Cornouailles et Vendée, Russie méridionale et Oural, et surtout l'Erzgebirge au-dessus de la fracture bohémienne), ou bien avec de notables accidents non trop anciens, comme la rupture de la voûte vosgienne pour l'établissement de la vallée du Rhin, et enfin, plus particulièrement avec la trainée des bassins houillers déposés en avant des plissements hercyniens, dans un vaste géosynclinal primaire s'étendant de l'Irlande à la Belgique, la Westphalie, la Silésie, le Donetz et l'Oural, dernière chaîne qui, d'après M. Haug, aurait conservé ce caractère au moins jusqu'aux temps secondaires. Or ces bassins, auxquels le plus souvent se limitent exactement les régions pénésismiques en question, ont été plissés et disloqués à plusieurs reprises et sont beaucoup plus instables non seulement que les massifs en arrière et les aires sédimentaires interposées, mais même que les bassins houillers de l'intérieur, par exemple ceux du plateau central

français et de la Sarre, de sorte que l'influence sismogénique de l'ancien géosynclinal apparaît clairement.

Il est bien connu que les massifs primaires de l'Europe moyenne ont arrêté les plissements tertiaires alpins, et c'est là tout le secret de leur stabilité, ainsi que de celle des sédiments interposés entre eux.

La position horizontale ou presque horizontale des dépôts de la plateforme russe et l'absence de toute grande dislocation récente rendent bien compte de l'asismicité de ces vastes territoires.

L'Oural a joué le rôle de géosynclinal jusqu'à la fin de l'époque secondaire et au commencement de la période tertiaire, et au moins jusqu'à l'Oligocène une séparation marine entre la Russie et la Sibérie occupait son emplacement ou celui de son versant asiatique. Mais au lieu de se transformer ensuite comme les géosynclinaux contemporains, circumpacifique et méditerranéen, en hautes chaînes plissées et instables, formant géantoclinal, il n'y a pas eu, à proprement parler, de surrection, et le bras de mer a simplement disparu par suite d'un minime relèvement. On s'explique donc ainsi que l'Oural soit stable, sauf en une région restreinte de son développement, le district pénésismique de Nijné-Taguilsk, où interviennent des dislocations particulières. Il en résulte que les aires continentales Nord-Atlantique et sino-sibérienne sont peu nettement séparées l'une de l'autre; on pourrait donc les considérer comme n'en faisant réellement qu'une seule.

On va maintenant examiner la partie occidentale du continent Nord-Atlantique, récemment coupé en deux par ennoyage, bien plutôt que par véritable effondrement.

Malgré une navigation intensive, on n'a jusqu'ici relaté presque aucun sisme sous-marin dans l'Atlantique septentrional; les secousses inconnues dans les Færœr sont, quoi qu'on en ait dit, assez rares en Islande. Cela s'accorde parfaitement avec ce que l'on sait de l'histoire de cet océan, aire continentale reliant naguère l'Europe et l'Amérique septentrionale, puisque des couches terrestres miocènes se retrouvent dans les îles.

Le Groenland est un ancien plateau non dérangé, tout à fait asismique, comme les autres terres arctiques de l'Ouest.

Le bouclier canadien, fragment réduit à l'état de pénéplaine d'un vieux continent précambrien, partage les conditions pénésismiques de son homologue d'Europe, le bouclier finno-scandinave. Le Saint-Laurent occupe une fosse d'affaissement, quelquefois ébranlée. Les sismes du Maine sont en relation avec les fjords qui l'indentent, ceux

du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse avec les plissements calédoniens ou l'affaissement océanique représenté par les grandes profondeurs de l'Océan dans ces parages, ceux enfin des Apalaches avec les plissements hercyniens. Enfin dans le Tennessee et dans l'Ohio, des tremblements de terre ébranlent les bassins houillers, comme dans l'Europe moyenne.

L'homologie entre l'Amérique et l'Europe septentrionales se poursuit encore par l'asismicité des plaines paléozoïques du centre des États-Unis et des grandes plaines crétacées qui s'étendent de l'embouchure de la Mackensie jusqu'au Texas. Il est remarquable que la zone des grands lacs soit tout au plus pénésismique; c'est que cet accident ne résulte pas de causes tectoniques profondes, mais seulement de phénomènes glaciaires superficiels.

Les tremblements de terre violents qui ont ébranlé le Mississipi moyen ne se sont plus reproduits depuis 1811. On ne peut donc affirmer qu'il existe là une région véritablement sismique, constituant ainsi une anomalie au milieu de territoires dès longtemps en équilibre. On les a du reste attribués soit à un affaissement par tassement de la Sunk Country, région marécageuse à l'Ouest du fleuve, soit à un accident tectonique important, cette grande artère fluviale suivant le bord oriental d'une plateforme.

La Floride est absolument asismique, ainsi que les Bahamas. Or, il s'agit là de sédiments très récents, horizontaux et probablement déposés sur un plateau sous-marin sans profondeur.

Charleston et Summerville ont été ravagées en 1886 par un violent tremblement de terre. Faut-il en conclure à l'existence d'une région sismique dans ces parages? La question est difficile à résoudre, les secousses n'y étant vraiment pas trop fréquentes, et cet événement restant unique jusqu'à présent. Il y aurait là une nouvelle exception, à moins que le voisinage du géosynclinal méditerranéen dans sa traversée de l'Atlantique entre l'Atlas et les Antilles par un trajet encore inconnu ne permette de rattacher cette région au géosynclinal lui-même. On peut aussi rappeler que les terres atlantiques du Nord ont été rompues après l'époque miocène, mais qu'on ignore l'exacte position de leur ancien littoral vers le Sud. Quoi qu'il en soit, on ne peut avoir ici la prétention de tout élucider, et il n'est loi naturelle si bien établie qui ne souffre quelque exception.

Ainsi l'aire continentale Nord-Atlantique est assujettie à la relation qu'il s'agit de démontrer. On s'en rendra encore mieux compte par le contraste de l'extrême sismicité des géosynclinaux jalonnés sur tout

leur long parcours par un grand nombre de régions fréquemment et violemment ébranlées par les tremblements de terre.

II. — Continent sino-sibérien.

Le continent sino-sibérien est limité à l'Ouest par l'Oural, qui, ainsi qu'on l'a dit plus haut, ne le sépare guère du continent Nord-Atlantique, au Sud et à l'Est par les géosynclinaux méditerranéen et circumpacifique. C'est une masse essentiellement stable au point de vue géologique, qui n'a jamais été morcelée, et son asismicité générale est une évidente conséquence de cet état de choses.

De l'Oural à l'Yénisséï, la Sibérie occidentale ignore les sismes, sauf la région pénésismique déjà citée de Nijné-Taguïlsk. C'est là une surface émergée de l'époque carboniférienne, puis recouverte par une mer plate à l'époque oligocène, sans dérangements ni bouleversements postérieurs. La Sibérie orientale montre une ancienne architecture tabulaire tout aussi stable.

Au Sud, de Krasnoïarsk à Kirensk et Ourga, s'étale une grande région pénésismique, peut-être même sismique, à un faible degré toutefois; elle est caractérisée par le lac Baïkal, vaste et profond accident tectonique de disjonction, résultant d'efforts très anciens, siluriens, qui auraient rejoué à l'époque secondaire, et même plus récemment encore, d'où l'explication des tremblements de terre de ces parages.

Le géosynclinal circumpacifique de l'époque secondaire, tel que l'a figuré M. Haug, part de la mer d'Ochotzk pour traverser la Sibérie jusque vers l'embouchure de la Léna, laissant ainsi jusqu'au détroit de Behring les territoires de l'extrême Nord-Est faire partie du continent Nord-Atlantique. La géologie de ces pays est très mal connue, et en tout cas cette branche annexe du géosynclinal secondaire est un peu hypothétique et n'a plus rejoué à l'époque tertiaire pour se transformer en géantoclinal plissé, de sorte qu'on retombe à peu près sur les conditions de l'Oural, la région pénésismique du golfe de Taui correspondant exactement à celle de Nijné-Taguïlsk. De ce côté donc encore, la séparation des deux aires continentales est plus apparente que réelle.

Les plateaux parfois montagneux de très ancienne consolidation que sont la Mongolie et la Mandchourie ne sont presque jamais ébranlés par des tremblements de terre, pas plus que la Corée où le Cambrien lui-même n'a guère été dérangé de son horizontalité première.

La Chine est un môle antique contre lequel se sont arrêtés les plissements et les surrections d'âge tertiaire de l'Himalaya et de ses dépendances birmanes. L'architecture plissée y domine dans le Sud entre le fleuve Bleu et le Tonkin, tandis qu'ailleurs les plissements n'ont pas dépassé l'époque primaire. Y existe-t-il des régions sismiques au moins dans l'intérieur, car du littoral il ne saurait être question? Oui, si l'on en croit les vieux annalistes de la cour impériale. Mais il est probable que leurs récits sont empreints d'une forte exagération, traduite par la mention d'innombrables catastrophes de tout genre. Comme depuis plusieurs siècles les documents publiés par les missionnaires n'en relatent pour ainsi dire pas d'origine sismique, on est en droit de révoquer en doute ces anciennes relations de désastres dus à des tremblements de terre, ou que ces phénomènes auraient accompagnés. Autrement la Chine serait le seul pays du monde dont l'homme aurait vu depuis les temps historiques s'éteindre la sismicité. On doit donc admettre, au moins provisoirement, que ce pays ne renferme que des régions pénésismiques en rapport avec son histoire géologique, trop mal connue encore dans le détail pour qu'on puisse entrer davantage ici dans une description même sommaire de ces régions. Qu'il suffise de mentionner que l'on peut soupçonner, comme en Europe et en Amérique, une dépendance entre les districts plus ou moins souvent ébranlés et les bassins houillers.

L'Indo-Chine, où dominent les anciens terrains cristallophylliens, est stable, ainsi que Bornéo, qui termine au Sud-Est le continent sino-sibérien, dont il faisait partie dès les temps paléozoïques, et s'y relie maintenant par une mer plate. Quelques rares sismes d'Haïphong se rattachent peut-être aux dislocations du Carboniférien de la baie d'Along.

L'Asie centrale proprement dite doit son asismicité bien certaine à la très grande ancienneté de sa structure et de sa constitution, car c'est un des massifs continentaux consolidés depuis l'époque la plus reculée peut-être.

III. — Continent australo-indo-malgache.

Sa dénomination suffit à elle seule à le définir. Le géosynclinal circumpacifique le borne à l'Est, le méditerranéen au Nord jusqu'au golfe Persique, et celui du détroit de Mozambique le sépare de l'Arabie et de l'Afrique.

Tous les géologues admettent que l'Australie, la péninsule indoustannique et Madagascar sont les débris d'une masse continentale constituée entre la fin de l'époque primaire et le commencement de l'époque secondaire et qui, caractérisée par les dépôts d'origine terrestre de la flore gondwanienne à *Glossopteris*, n'a commencé à se morceler définitivement qu'au Crétacé. L'absence de plissements récents explique celle des sismes. Tout au plus pourrait-on citer une région pénésismique sur le flanc oriental et méridional des Alpes d'Australie, en face et non loin des grands fonds de la branche néocalédonienne du géosynclinal circumpacifique, et dans l'Imérina sur le bord du géosynclinal de l'époque secondaire occupant l'emplacement du détroit de Mozambique. Enfin la péninsule de l'Indoustan et l'île de Ceylan sont à peu près asismiques.

IV. — Continent africano-brésilien.

L'Arabie, l'Afrique à l'exclusion des pays barbaresques, et le Brésil reproduisent exactement les mêmes circonstances que les terres précédentes, et cet ancien continent morcelé, tout aussi stable pour les mêmes raisons et à cheval sur l'Atlantique du Sud, est limité aux trois géosynclinaux : mozambique, méditerranéen et circumpacifique.

Au Natal, au Mozambique, au Zanzibar et à Mascate, quelques secousses rappellent, comme celles de l'Imérina, le voisinage du géosynclinal secondaire du détroit de Mozambique, mais sans arriver à donner lieu à des régions sismiques. Ce peu d'activité des sismes vient de ce qu'il n'a pas joué le rôle d'ancien géosynclinal transformé en géanticalinal à l'époque tertiaire et qu'aucun mouvement orogénique ne s'est traduit à sa surface. On retombe donc là sur le cas de l'Oural et de la mer d'Ochotzk, de sorte que, de même qu'au Nord du géosynclinal méditerranéen, les deux aires continentales du Sud australo-indo-malgache et africano-brésilienne n'en forment réellement qu'une seule, au point de vue géologico-sismique tout au moins.

Il est très digne d'attention que le principal accident géographique de l'Afrique, c'est-à-dire la ligne des grands lacs équatoriaux, ne présente que des régions pénésismiques, Ounyamouési, Gondokoro, Lado, ce qui tient vraisemblablement à ce qu'il s'agit là d'un trait géologique d'origine très reculée. Par contre, il se continue par l'Abyssinie, où les tremblements de terre sont assez fréquents, sinon destructeurs, jusqu'à la côte de la mer Rouge autour de Massaouah. Cette mer est bien

d'ouverture récente au milieu du massif et se prolonge par le golfe d'Arabah, la mer Morte, la vallée du Jourdan, la Coélésyrie enfin entre le Liban et l'Antiliban, ligne sinueuse de voûtes effondrées par fractures longitudinales dans les assises crétacées non plissées, et où ne se rencontre qu'une seule région d'instabilité tant soit peu notable, la Coélésyrie, car c'est à tort que l'Égypte et l'Arabie ont été considérées comme instables par certains voyageurs ou sismologues. C'est encore à l'absence de plissements qu'il faut attribuer le repos sismique de ces régions et qui s'étend à tout le reste du continent africain.

Dès avant le Miocène, l'Afrique et l'Amérique du Sud étaient séparées, et cet événement n'a laissé de traces que par des abîmes océaniques avoisinant le Rocher Saint-Paul et une région pénésismique s'étendant à l'Est, en plein océan équatorial; on en doit la découverte à l'ingénieur hydrographe Daussy, dont elle porte le nom.

En Amérique, quelques tremblements de terre ébranlent bien Rio-de-Janeiro et Ouro Preto, mais ils n'ont ni grande fréquence ni gravité. C'est aussi le cas de Buenos-Ayres, au Nord de la région très anciennement plissée de la Ventana. A cela se réduit la sismicité de tout le versant atlantique, à l'exception du Venezuela, dont il sera parlé ailleurs, et des provinces occidentales de l'Argentine, de Salta à Mendoza, où une région sismique coïncide avec une chaîne secondaire plissée, comme telle appartenant au géosynclinal pacifique, ainsi que les Andes du Venezuela.

Par conséquent, tout le continent africano-brésilien doit son état de repos sismique à sa condition d'ancienne plateforme continentale non récemment plissée ou disloquée, et transformée depuis longtemps en pénéplaine sur la plus grande partie de sa surface.

V. — Géosynclinal méditerranéen.

Le géosynclinal méditerranéen, ou la Téthys des géologues, part du raide talus par lequel Java et Sumatra tombent sur les grands fonds de l'Océan Indien, traverse l'Inde par la plaine alluvionnaire indo-gangétique, suit le golfe Persique et la dépression mésopotamienne, puis se prolonge par l'Europe méridionale et la Méditerranée jusqu'à l'Atlantique, du Caucase aux Pyrénées. C'est un des traits les plus notables de la surface terrestre, et il a présenté ce caractère depuis les époques géologiques les plus reculées jusqu'à l'époque tertiaire pendant laquelle il a été le théâtre de mouvements orogéniques gigantesques,

qui en ont fait un géantoclinal, et dont il conserve le souvenir par les tremblements de terre qui l'agitent presque partout. A lui seul il a subi plus de la moitié de ceux relatés dans les catalogues sismiques (52.57 %).

C'est dans le sens indiqué plus haut, de l'Océan Indien aux Pyrénées, que l'on va rapidement esquisser les relations de ces régions éminemment instables avec l'histoire de leurs principales vicissitudes géologiques.

Java est très sujette aux tremblements de terre, sinon partout, du moins en de nombreux points. Or, elle forme le bord méridional d'une dalle continentale coupée à pic sur les abîmes de l'Océan Indien, et qu'au contraire un faible relèvement d'une cinquantaine de mètres rattacherait au Nord à Bornéo, à l'Asie et aux archipels voisins de Sumatra. Ce talus représente une cassure et, d'autre part, le Tertiaire est énergiquement plissé au pied des volcans de la province de Tjérison. La sismicité générale de l'île se justifie donc à merveille.

Sumatra se trouve dans les mêmes conditions que Java par rapport à la fracture sous-marine; mais, contrairement à ce qui se passe pour cette dernière, les sismes s'y localisent à cette côte seule et aux failles longitudinales de ce versant, tandis que l'opposé, très stable, descend en pente douce vers les archipels malais qui la rattachent à Bornéo et au continent sino-sibérien, dont ils font réellement partie.

La péninsule de Malacca, d'axe archéen, est tout au plus pénésismique autour de Singapore et de Poulo-Pinang; la ride sous-marine sur laquelle sont implantées les Andaman et les Nicobar est peut-être dans le même cas.

La Birmanie est extrêmement instable. C'est qu'elle présente des chaînes secondaires et tertiaires parallèles énergiquement plissées, qui se prolongent dans le Thibet méridional avec sa région sismique de Ba-Thang et celle au moins pénésismique de Yun-nan. On entre véritablement là dans le domaine des plissements tertiaires ou alpins, arrêtés net vers le Nord par la résistance du massif asiatique central.

Entre la Birmanie et le Brahmapoutre s'élève la pénéplaine archéenne de l'Assam, s'abaissant assez doucement au Nord vers le fleuve, mais tombant très brusquement au Sud sur les plaines du Sylhet et du Cachar par un grand pli du Crétacé et du Tertiaire. Ce versant est justement d'une instabilité que ne dépasse celle d'aucune autre région du globe, et les sismes, atténués toutefois, ébranlent le pays jusqu'au défilé par lequel le Brahmapoutre aborde l'Inde au rebroussement de l'Himalaya oriental et des chaînes birmanes plissées.

Le géosynclinal longe ensuite, jusqu'à l'Afghanistan, le pied de l'Himalaya, dont la surrection, si elle avait été dès longtemps préparée, n'en était pas moins à peine terminée à l'époque pléistocène, tellement bien que des géologues indiens veulent même qu'elle n'ait pas encore dit son dernier mot. Quoi qu'il en soit, le plus ou moins d'ancienneté des derniers mouvements explique facilement la grande instabilité de ce versant, Népal, Kumaon, Cachemire et haut Sendjab. Le versant tibétain semble au contraire à l'abri des tremblements de terre, quoiqu'on en ait signalé à Iskardo sur le haut Indus, parce que les mouvements orogéniques n'ont pas entamé l'ancien massif.

L'Afghanistan et le Béloutchistan ont leurs régions sismiques, mais leur géologie est encore trop peu connue pour qu'on puisse faire explicitement intervenir des événements particuliers. Qu'il suffise de faire allusion aux énormes dislocations qui ont donné lieu au rebroussement de l'Indoo-Kooch, et de rappeler que non loin de Quettah un tremblement de terre a, en 1892, réouvert près de Chaman une ancienne faille.

Le bas Indus subit des sismes notables et graves. Tout le monde connaît la formation, en 1819, de l'Allah-Bund, ou digue de Dieu, au travers du delta à la suite d'un tremblement de terre. N'est-ce pas là que la mer jurassique a, dans ces parages, commencé le démantèlement du continent gondwanien?

Le long du 40^e parallèle, le géosynclinal projette vers l'Est une branche en cul-de-sac par le Turkestan, le Ferghana, la Dzoungarie et la Kachgarie. Les régions sismiques abondent dans tous ces territoires que maintes catastrophes ont éprouvés, et sont de lointaines conséquences de la surrection, à peine terminée à l'aurore des temps actuels, de l'énorme Thian-Chan. En outre, de grandes failles longitudinales y jouent un rôle sismogénique bien défini.

La dépression méditerranéenne passe de l'Océan Indien au golfe d'Alexandrette par le golfe Persique, la Mésopotamie et la vallée de l'Oronte, si célèbre par les désastres d'Antioche. Son bord septentrional est presque partout instable, île de Kischm, puis chaînes plissées tertiaires de l'Arabistan, du Luristan et du Kurdistan et Arménie tout aussi éprouvée, sinon plus même dans l'Azerbeïdjan. C'est dans ces régions qu'on a toujours localisé le déluge biblique, dont Suess veut faire une catastrophe sismique et cyclonique tout à la fois.

Le géosynclinal englobe aussi la fosse profonde de la Caspienne méridionale où le Mazendéran est au moins pénésismique au pied de l'Elbourz aux sédiments plissés du Devonien au Tertiaire, tandis que

là vient mourir la chaîne, plissée aussi, du Khorassan, si souvent désolé par les tremblements de terre.

Le Caucase est extrêmement instable sur son versant méridional, le plus abrupt et tombant sur la vallée de fracture de la Koura, théâtre des nombreux désastres de Chémakha. Le versant opposé, plus régulièrement plissé cependant, descend en pente moins raide sur la steppe et ne renferme que des régions pénésismiques entre la Caspienne et la mer Noire. Les derniers mouvements du Caucase sont tertiaires ou alpins et se sont propagés à l'Est de la Caspienne par une ride sous-marine jusqu'au massif de Krasnovodsk, son évidente prolongation, et où se rencontre une région sismique importante.

Quelques sismes criméens attestent la continuation des dislocations carpathiques jusqu'au Caucase par delà le Pont-Euxin.

Tout le pourtour de l'Asie Mineure est instable à un haut degré, et les sismes atteignent le maximum d'intensité du Bosphore à Métélin, Brousse, Smyrne, Chios et Samos. Il est inutile d'entrer ici dans le détail de mouvements tertiaires qui, entrant ici en jeu, sont bien connus dans leur ensemble; on se contentera de noter seulement et en passant que si la Paphlagonie crétacée peut être considérée comme se rattachant aux Balkans par la bande houillère et crétacée d'Héraclée, on aurait peut-être là l'exemple d'une région dont l'instabilité est bien provoquée par des mouvements tertiaires, mais dont les secousses sont aussi, et en même temps, l'héritage de dislocations hercyniennes antérieures; il y a superposition des causes sismogéniques. Ce n'est d'ailleurs point un fait unique, les mouvements alpins s'étant exercés sur des géosynclinaux plus anciens.

Les sismes de Chypre rappellent sans doute la présence de la zone de Flysch, généralement instable en avant des plissements tertiaires de l'Europe moyenne.

La Crète plissée n'est guère que pénésismique cependant.

La sismicité du Péloponèse est au contraire extrême, ce que permettrait de prévoir sa structure chirographaire résultant de l'effondrement de lobes voisins coupés comme à l'emporte-pièce, et cette observation se vérifie dans la presqu'île Chalcidique, comme à Célèbes. Les plissements dinariques interviennent aussi, et, en outre, les îles Ioniennes, si durement éprouvées, se trouvent sur le bord d'un raide et profond talus sous-marin, probablement dû à une fracture concomitante de l'effondrement pliocène de la Méditerranée orientale. Enfin, des géologues veulent même que la Grèce soit actuellement sous le coup d'une transgression marine en voie de préparation.

Les Cyclades, débris du continent égéen, récemment disloqué et affaissé, sont pénésismiques.

Dans la péninsule balkanique, très instable en plusieurs points, les plissements des terrains secondaires et les effondrements, grâce auxquels des dépressions se sont remplies de dépôts tertiaires, lacustres, suffisent à rendre compte des nombreux tremblements de terre qui s'y font redouter.

Les plissements alpins ont débordé la plateforme russe par les Carpathes, dont le noyau archéen est bordé autour de la plaine hongroise, affaissée par des régions pénésismiques, où certains sismes d'énergie constante sur de très grandes surfaces semblent en relation avec des mouvements d'ensemble.

Dans la Mésopotamie croate, les plis tertiaires se sont heurtés à un ancien massif, et les dislocations résultantes donnent lieu aux centres d'ébranlement bien définis de Diakovar et d'Agram.

Si l'ancien massif serbe est à peu près asismique, par contre la Macédoine, l'Albanie et la Dalmatie sont la proie des tremblements de terre. Or, Suess admet que la ligne Stagno-Pelagosa-Tremiti formait la côte Sud d'une terre miocène occupant l'emplacement du bassin septentrional de l'Adriatique actuelle, tandis qu'à l'Est le prolongement Dulcigno-El Bassan de cette même ligne formait le bord septentrional d'un lac contemporain traversant l'Albanie et la Macédoine jusqu'à Trikkala. Les côtes dalmates si découpées résultent visiblement d'un affaissement représenté jusqu'au Frioul et au Tyrol par ce qu'on a appelé les failles périadriatiques, dues vraisemblablement à l'effort d'affaissement prolongé, préparé sur le continent, mais non suivi d'effet. Tout cet ensemble est sismique à un très haut degré, comme aussi les régions voisines plissées, Istrie, Carniole et Göriz, tandis que la Bosnie et l'Herzégovine sont seulement pénésismiques pour n'avoir guère pris part à ces considérables mouvements récents, contrepartie de la surrection des Alpes.

Toute la ride alpine est instable à des degrés divers, à l'exclusion de son axe archéen et primaire, mais seule la partie orientale présente des régions sismiques. La distribution des tremblements de terre y est trop bien connue, grâce aux travaux des sismologues autrichiens, italiens et suisses, pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter longuement; on se contentera de donner deux faits non signalés jusqu'ici. La zone de Flysch, déposée en avant des plissements alpins dans un ancien synclinal à plusieurs reprises rétréci par l'acte même de la surrection tertiaire, délimite assez exactement une longue bande instable. Ce

synclinal important et le Flysch jouent donc exactement ici le même rôle sismogénique que la traînée des dépôts houillers en avant des plissements carbonifériens, mais pour cette dernière avec une bien moindre intensité en raison de la plus grande ancienneté des phénomènes. Cela revient à dire que les géosynclinaux ont vraisemblablement accaparé les sismes des époques géologiques antérieures à mesure qu'ils se transformaient en géanticlinaux maintenant effacés et ont successivement perdu ce peu enviable privilège au fur et à mesure que, dans le cours des temps, ils étaient remplacés par d'autres plus récents, auxquels ils cédaient en même temps leurs tremblements de terre. De la même façon, les épïcêtres du Sud-Est de la France — Savoie, Vivarais, Dauphiné et haute Provence — occupent presque exclusivement l'emplacement, actuellement relevé, au fond duquel se sont accumulés les sédiments du second étage méditerranéen. Beaucoup d'observations de ce genre pourraient être signalées, mais il faut en réserver le détail aux monographies particulières. Bref le rôle sismogénique des géosynclinaux, et même des synclinaux moins importants, apparaît comme une loi naturelle de tous les temps.

L'Apennin est probablement une des plus jeunes chaînes du globe, car le tertiaire récent y a été relevé à plus de 1000 mètres. Ajoutant à cela l'affaissement de la Tyrrhénide et de l'Adriatide postérieurement au Miocène, la formation en Calabre de golfes lobés au pied de fragments archéens restés fixes, et l'on aura une ample justification de la forte sismicité de nombreuses régions d'Italie.

Si les Pyrénées n'appartiennent point au géosynclinal méditerranéen de l'époque secondaire, tel que l'a tracé M. Haug, ce n'en est pas moins une chaîne plissée dont la surrection date du commencement de l'ère tertiaire, c'est-à-dire un peu antérieurement aux mouvements alpins, qui ont atteint leur maximum au Miocène. Aussi du golfe de Gascogne à celui du Lion n'existe-t-il que des districts pénésismiques.

En résumé, dans cette partie de l'Europe, Pyrénées, Alpes et Apennins seraient, dans leur ensemble, de sismicités croissant dans le sens de leur jeunesse.

Le bassin occidental de la Méditerranée est fermé plus au Sud par la Sierra Nevada en Espagne et l'Atlas tellien en Afrique. Leur surrection, ainsi que l'effondrement méditerranéen simultané et concomitant, sont des phénomènes postéocènes qui expliquent bien l'instabilité des provinces littorales de l'Espagne entre Malaga et Valence et des pays barbaresques. Par contre, la Meseta ibérique et l'Atlas saharien

sont asismiques, comme n'ayant pour ainsi dire point participé à ces mouvements; ils n'appartiennent du reste pas au géosynclinal.

C'est intentionnellement qu'à propos des conditions sismiques et géologiques du continent Nord-Atlantique, il n'a pas été question de l'embouchure du Tage, fort instable, et où le tremblement de terre de 1755 a fait à Lisbonne une réputation à juste titre redoutable. Doit-on supposer là une région d'extrême sismicité, appartenant par conséquent et très exceptionnellement à une aire continentale? Ce n'est pas probable. Il est, en effet, bien avéré maintenant que le grand désastre de Lisbonne a eu son épicentre quelque part en mer, au large du Portugal et du Maroc. Rien n'empêche non plus de supposer qu'il a dû en être de même pour d'autres grands sismes qui ont éprouvé cette ville antérieurement, mais dont les épicentres sont tout à fait inconnus, faute de relations suffisamment circonstanciées. Enfin, ces mêmes parages de l'Océan ont donné lieu à certain nombre de secousses sous-marines. Toutes ces raisons portent à croire qu'il existe dans cette partie de l'Atlantique une région sismique importante, n'appartenant pas à l'aire continentale, mais bien au géosynclinal lui-même, car si tous les géologues admettent que les plissements alpins se sont propagés au travers de l'Océan de l'Atlas aux Antilles, c'est par un trajet maritime complètement inconnu. Il peut donc passer par la région sismique en question, dont la position et l'extension sont d'ailleurs assez mal déterminées. Les mêmes considérations sont aussi applicables aux Açores, que les tremblements de terre visitent souvent. Aussi le géosynclinal serait, au travers de l'Atlantique, jalonné de régions sismiques, puisque, à l'exemple des plissements calédoniens et hercyniens, leurs successeurs alpins se sont étendus à l'Amérique par l'aire continentale immergée après le Miocène, de sorte que les Antilles font réellement partie des deux géosynclinaux. Il est plus naturel cependant d'en réserver la description au géosynclinal circumpacifique que l'on va décrire maintenant.

VI. — Géosynclinal circumpacifique.

Le géosynclinal circumpacifique se définit de lui-même du cap Horn au détroit de Behring et à la Nouvelle-Zélande. C'est un vaste bourrelet de grandes chaînes plissées de surrection tertiaire autour du Grand Océan, et entouré extérieurement par des terres d'architecture tabulaire ou d'ancienne consolidation, versants orientaux des deux

Amériques, Sibérie, Chine et Australie. Ses flancs intérieurs sont abrupts, surtout dans sa partie américaine, où les chaînes atteignent leur maximum d'élévation, et sur toute sa périphérie les profondeurs océaniques sont considérables à peu de distance des côtes. Cette ride circulaire, morcelée dans sa moitié asiatique, renferme les régions les plus instables du globe, et les tremblements de terre la ravagent sur tout son pourtour, tandis que les volcans s'y répartissent assez régulièrement pour qu'on l'ait appelée le Cercle de feu. Borde-t-elle un continent pacifique effondré, la question est controversée, mais ce n'est pas le lieu de la discuter ici, les raisons d'instabilité sismique y étant par ailleurs surabondantes et au delà. On va la parcourir rapidement du Chili à la Nouvelle-Zélande.

Le Chili est extrêmement instable, sauf au Sud de Valdivia jusqu'aux Terres magellaniques; c'est que dans cette partie méridionale, la chaîne des Andes est fortement abaissée et qu'en même temps les fonds marins se relèvent. Au Nord de cette ville, au contraire, la sismicité la plus intense règne presque uniformément jusqu'au Pérou, ce qui correspond tant aux grandes altitudes de la Cordillère qu'à l'approfondissement de l'Océan, de sorte qu'en plusieurs points, de la crête au fond de la mer, la dénivellation atteint d'un seul jet jusqu'à des 12 000 mètres; ce sont précisément les plus exposés. Les Andes occuperaient dans ces parages l'emplacement d'un ancien golfe ou synclinal jurassique, creusé entre le continent Sud-Atlantique et celui supposé affaissé depuis sous le Pacifique.

La sismicité ne disparaît au Pérou qu'au désert de Sechura, dépression prolongeant le haut Amazone.

Les régions sismiques de l'Ecuador et de la haute Colombie se rattachent à celles des Andes vénézuéliennes, plissées et disloquées, et qui dominent d'un côté la fosse affaissée et instable du lac de Maracaybo, de l'autre les sédiments tertiaires et crétacés des llanos, restés à peu près horizontaux et à l'abri des tremblements de terre.

Le géosynclinal, ainsi retourné vers l'Est, remonte par les Petites Antilles, dont la sismicité, grande d'ailleurs, a certainement été exagérée. Il rebrousse ensuite à l'Ouest et englobe l'axe des Grandes Antilles, d'une redoutable instabilité et qui représente une chaîne bifurquée d'axe archéen et de surrection tertiaire au sommet d'un socle enserré de près par les abîmes océaniques, dont les plus connus, les fosses de Bartlett et de Jungfern, atteignent respectivement 6 000 et 8 000 mètres. Au large des Petites Antilles, l'Atlantique est fréquemment ébranlé par des secousses sous-marines formant une région

instable sous la branche immergée du géosynclinal méditerranéen venant du Maroc.

L'isthme du Darien et de Panama récemment émergé à de faibles profondeurs, le Veragua d'axe archéen, la basse plaine tertiaire peu dérangée de la Magdalena et la mer Caraïbe, ou Méditerranée antillienne, sont à peu près asismiques et n'appartiennent pas au géosynclinal. Ce dernier recouvre au Centre-Amérique le Honduras asismique, le Salvador et le Guatémala si souvent désolés, mais il laisse au Sud le Nicaragua nettement plus stable, ainsi que le Costa-Rica tout à fait sismique. Ce dernier pays constituerait donc une anomalie; mais on peut provisoirement la négliger, la géologie de ces territoires étant trop mal connue pour qu'on puisse affirmer que ces deux régions à tremblements de terre n'appartiennent décidément pas au géosynclinal.

Le Yucatan est une dalle calcaire presque horizontale participant des conditions de repos des Bahamas et de la Floride.

Les traits principaux de l'orographie mexicaine datent du début de l'époque tertiaire, et l'intensité des sismes s'y montre du côté du Pacifique en rapport avec l'amplitude des dislocations qui ont donné lieu à l'énorme relief abrupt du plateau de l'Anahuac, tandis que le versant atlantique, aux pentes moins accentuées, et la dépression du désert de Mapimi, sont presque asismiques, comme aussi la Sierra-Madre occidentale et la Vieille-Californie, dont le squelette est granitique, archéen et primaire.

Le grand bassin fermé du lac Salé de l'Utah, reste bien déchu de l'ancien lac dit de Bonneville, résulte de l'affaissement par escaliers d'une ancienne chaîne plissée, d'où son état pénésismique, tandis que la sismicité des flancs de la Sierra Nevada de Californie provient de ce qu'elle a été isolée du grand bassin par de grandes failles postérieures aux épanchements volcaniques pliocènes et par un plissement commencé vers la fin du Tertiaire ou même au début du Quaternaire seulement. Au contraire les Rocheuses de l'Est sont un très ancien anticlinal dès longtemps émergé, consolidé, à peine entamé par une transgression crétacée, et que les tremblements de terre respectent.

Les Rocheuses canadiennes ont été énergiquement plissées, et l'on y voit le Cambrien chevaucher le Crétacé. Or l'archipel de la Reine Charlotte est vraisemblablement sismique et le Sitka peut-être pénésismique.

L'Alaska, primaire et archéen, est peu sujet aux tremblements de terre; le Kamtchatka, de constitution et de position analogues de l'autre côté de la mer plate et stable de Behring, n'en subit pas davan-

tage de dangereux. Ces deux presqu'îles sont prolongées par les archipels volcaniques et linéaires des Aléoutes et des Kouriles, où les sismes ne prennent guère plus d'importance, en dépit des énormes profondeurs de l'Océan à leur voisinage immédiat. C'est que ces abîmes du Pacifique, s'ils correspondent à l'effondrement d'un continent hypothétique, du moins ils ne bordent pas une grande chaîne plissée de surrection concomitante et récente, et la fracture, si elle a vraiment eu lieu, n'a favorisé que les phénomènes volcaniques à l'exclusion des sismes, exemple bien frappant de l'indépendance des deux ordres de manifestations.

Saghaline est à l'abri des tremblements de terre. Elle participe de la constitution en bandes sédimentaires non plissées et de la stabilité du Nord de l'île d'Yezo. A peine si dans le Sud Korsakoff est quelquefois ébranlé, peut-être par suite du voisinage d'un ancien synclinal carboniférien.

Le Japon doit être considéré comme un des pays classiques des tremblements de terre depuis que leur étude y a pris un si admirable développement dans ces trente dernières années. C'est un territoire morcelé dont l'axe archéen est flanqué à l'Ouest de sédiments de tous les âges, tertiaire compris, plongeant sur la mer de Corée plate et affaissée, qui le sépare du continent sino-sibérien. A l'Est, il est constitué par des couches primaires et secondaires plissées et relevées aux bords abrupts de la fosse de Tuscarora descendant à plus de 8 000 mètres. Le versant occidental est de beaucoup le plus stable et les tremblements de terre ne s'y font sentir avec quelque intensité que le long des failles longitudinales parallèles à l'axe montagneux et autour de golfes découpés en lobes affaîssés dans les terrains anciens, rappelant ainsi à ces deux points de vue leurs analogues du littoral tyrrhénien de l'Italie méridionale. Pendant son long séjour au Japon, J. Milne a fait cette découverte importante que sur la côte orientale, presque tout entière sismique au suprême degré, les secousses ont pour un grand nombre leurs épicentres sous-marins et situés soit sur le talus de la fosse, soit sur son intersection avec le fond de l'Océan, c'est-à-dire en définitive sur la lèvre de l'énorme fracture supposée. Cette observation s'étend à plusieurs autres régions sismiques, où se retrouvent des circonstances analogues, le Chili par exemple. La dépression centrale du Japon, la *Fossa Magna* de Naumann, joue aussi un rôle sismogénique de premier ordre.

L'archipel pénésismique de Liou-Kiou, et Formose, peut-être sismique au Sud, prolongent l'arc japonais en avant du continent

asiatique et au bord des grands fonds océaniques. Leur géologie est encore trop peu connue pour qu'on puisse rien dire de plus de ces parties du géosynclinal.

Les Philippines et Mindanao sont tout aussi exposées aux tremblements de terre que le Japon. Ces îles s'élèvent de grandes profondeurs et ont formé un archipel dès le commencement de l'ère primaire. De la période secondaire, on ne sait rien. Ensuite, après le dépôt des lignites de Cebù, se produisit un affaissement, puis un énergique plissement, écho des mouvements contemporains de l'Europe et de l'Asie à la fin de l'Éocène, et auquel succéda le relèvement d'une terre reliant les îles à Bornéo. Le milieu du Miocène fut marqué par un nouvel affaissement réduisant Luzon et Mindanao à l'état de groupe de petites îles, mais bientôt une lente surrection, à peine terminée peut-être, remplaçait ce peu durable état de choses. Tous ces mouvements récents et variés, et ce plissement au bord d'une mer extrêmement profonde à l'intérieur comme à l'extérieur de l'archipel, rendent bien compte d'une instabilité d'ailleurs irrégulièrement distribuée.

Les conditions sismiques et géologiques des Moluques sont tout à fait comparables à celles des Philippines, avec cette circonstance aggravante de la structure chirographaire de Célèbes et d'Halmaheira. Les plissements tertiaires de Java s'y prolongent par la chaîne des îles à l'Est de Bali et ils ont aussi affecté Célèbes. Une opinion unanime fait de ces îles les homologues des Antilles et de la mer des Moluques le pendant de la Méditerranée caraïbe. Ajoutant à cela que c'est la seconde intersection des deux géosynclinaux, leur grande instabilité ne sera pas pour surprendre.

La côte Nord de la Nouvelle-Guinée est probablement pénésismique en général, et sismique seulement à son extrémité orientale, ainsi qu'à l'archipel Bismark. Qu'on admette avec les uns qu'il s'agit là de rides accumulées contre le massif résistant et fixe de l'Australie, que l'on préfère y voir, comme d'autres, avec les îles au Sud-Est, les restes d'une grande cordillère presque complètement submergée d'un continent pacifique lentement affaissé, ou que l'on songe enfin à une surrection à peine terminée, et seule capable d'expliquer, comme aux Fidji, la disposition étagée des terrasses coralliennes successives, de toutes les manières on a affaire à des îles surgissant de grandes profondeurs indiquant de gigantesques dérangements et soumises à des mouvements d'importante amplitude depuis une époque peu reculée. Leurs tremblements de terre se justifient donc bien.

Le géosynclinal circumpacifique se termine en apparence à

la Nouvelle-Zélande, généralement pénésismique, mais nettement sismique au détroit de Cook, région où un tremblement de terre de 1855 paraît avoir donné lieu à une dislocation résultant d'un mouvement de bascule. Ces îles présentent toute la série sédimentaire au pied d'une chaîne extrêmement ancienne, puisque dès le Jurassique elle était déjà en butte à la dénudation. La chaîne est stable; c'était à prévoir. Les territoires sédimentaires sont pénésismiques, comme non plissés, mais d'émersion récente et ayant subi plusieurs mouvements de sens inverse à l'époque tertiaire. Enfin les abords du détroit de Cook sont très instables, parce que c'est une rupture non ancienne de la ride en deux tronçons.

VII. — Océan Pacifique.

La question d'une aire continentale ayant occupé l'emplacement du Grand Océan est très discutée, mais sa solution définitive ne saurait avoir la moindre influence sur le problème étudié ici, puisque l'on ne rencontre sur son immense surface qu'une région pénésismique, celle des Sandwich, et une seule sismique, les Mariannes. D'un autre côté, si l'on tient compte des abîmes sous-marins et des rides qui en accidentent le fond justement dans les parages de ces îles, on peut se demander si l'on ne se trouverait pas là en présence d'un prolongement non encore émergé du géosynclinal méditerranéen. Il serait en effet surprenant que ce cercle de plus grande mobilité de l'écorce terrestre ne se fermât point sur lui-même au travers du Pacifique. Dès lors les Mariannes, au lieu de constituer une anomalie, lui appartiendraient réellement, à moins qu'elles ne forment une branche annexe du géosynclinal circumpacifique, en prolongement de l'arc japonais, tout comme la branche turkestane du géosynclinal méditerranéen, mais où ferait défaut une surrection analogue à celle du Thien-Chan. Quoi qu'il en soit, la géologie et l'histoire du Pacifique sont encore trop obscures pour que l'on puisse se prononcer en toute connaissance de cause.

TABLE DES MATIÈRES

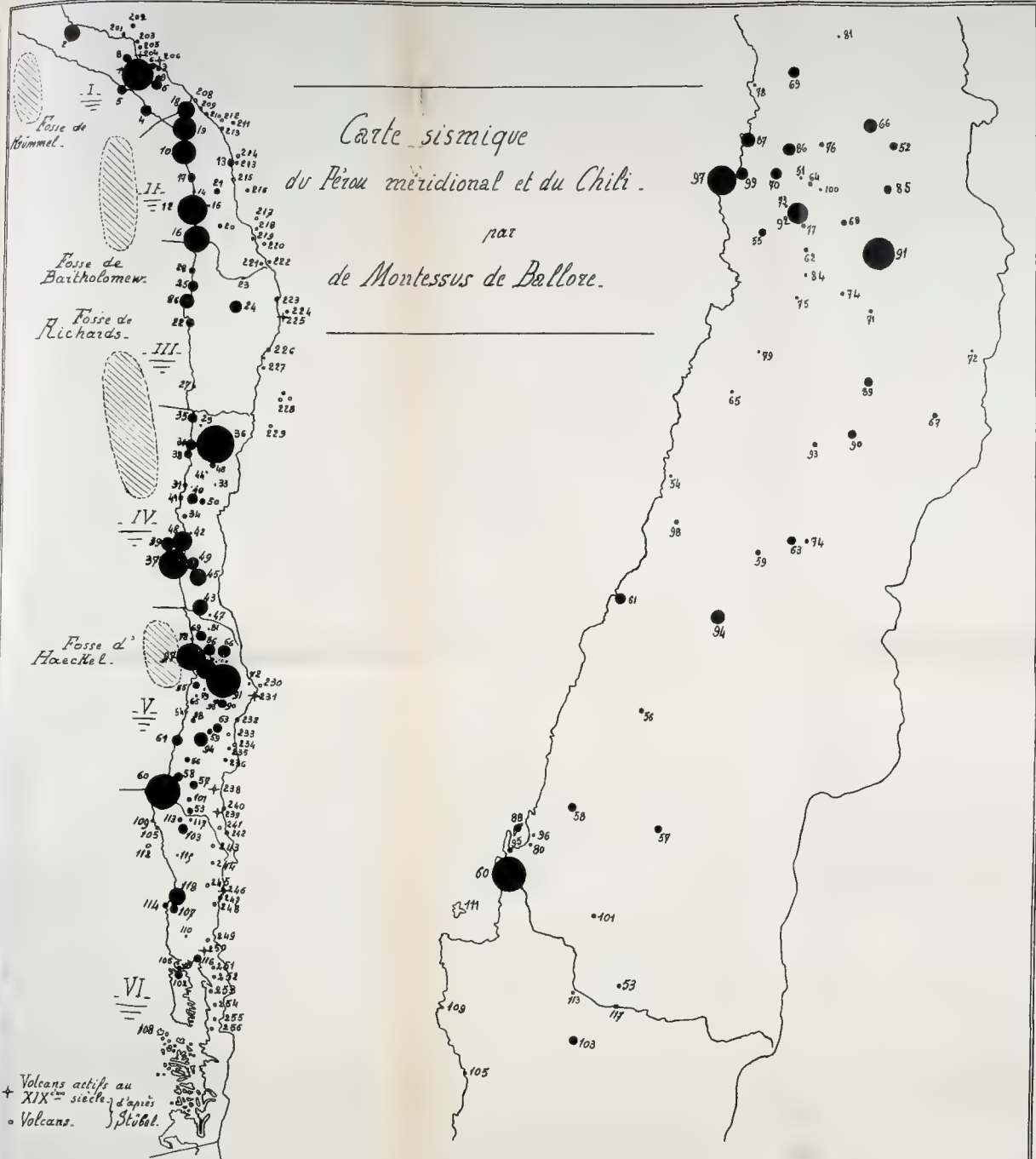
PRÉAMBULE	243
I. Continent Nord-Atlantique	249
II. — sino-sibérien	253
III. — australo-indo-malgache	254
IV. — africano-brésilien	255
V. Géosynclinal méditerranéen	256
VI. — circumpacifique.	262
VII. Océan Pacifique.	267



2

2



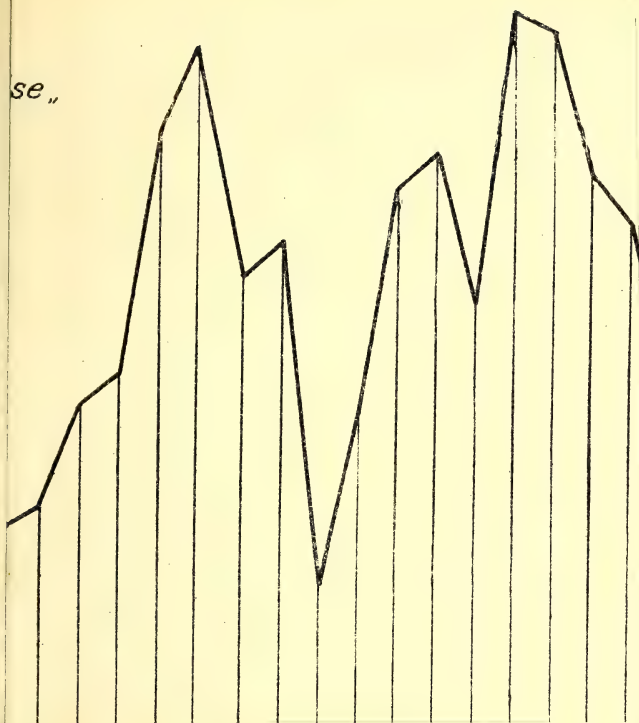


Carte d'ensemble. 1/10,000,000.

Détails de la 5^{ème} région. 1/1,000,000.



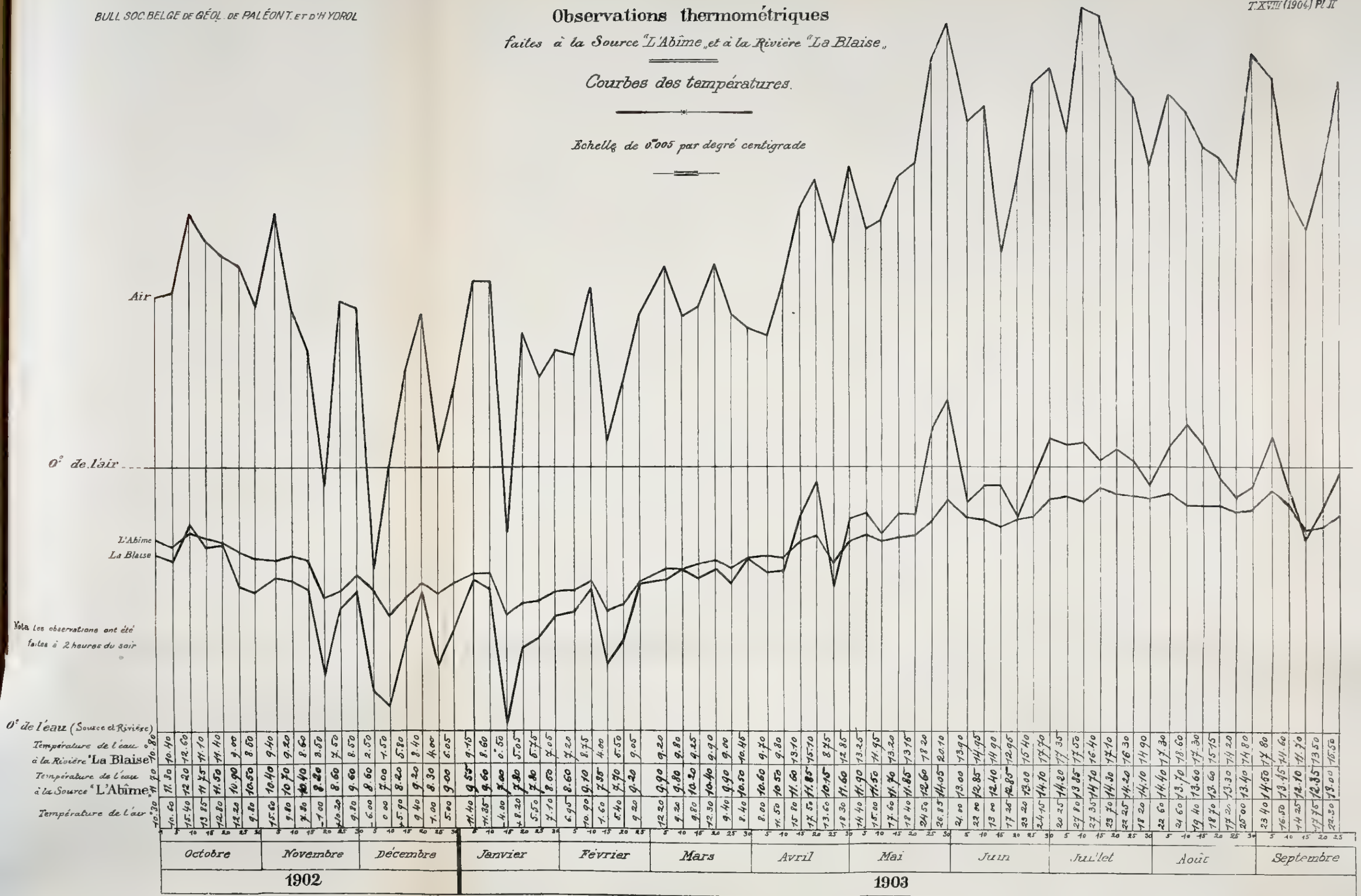
se.



faites à la Source "L'Abîme" et à la Rivière "La Blaise".

Courbes des températures.

Echelle de 0.005 par degré centigrade





1891



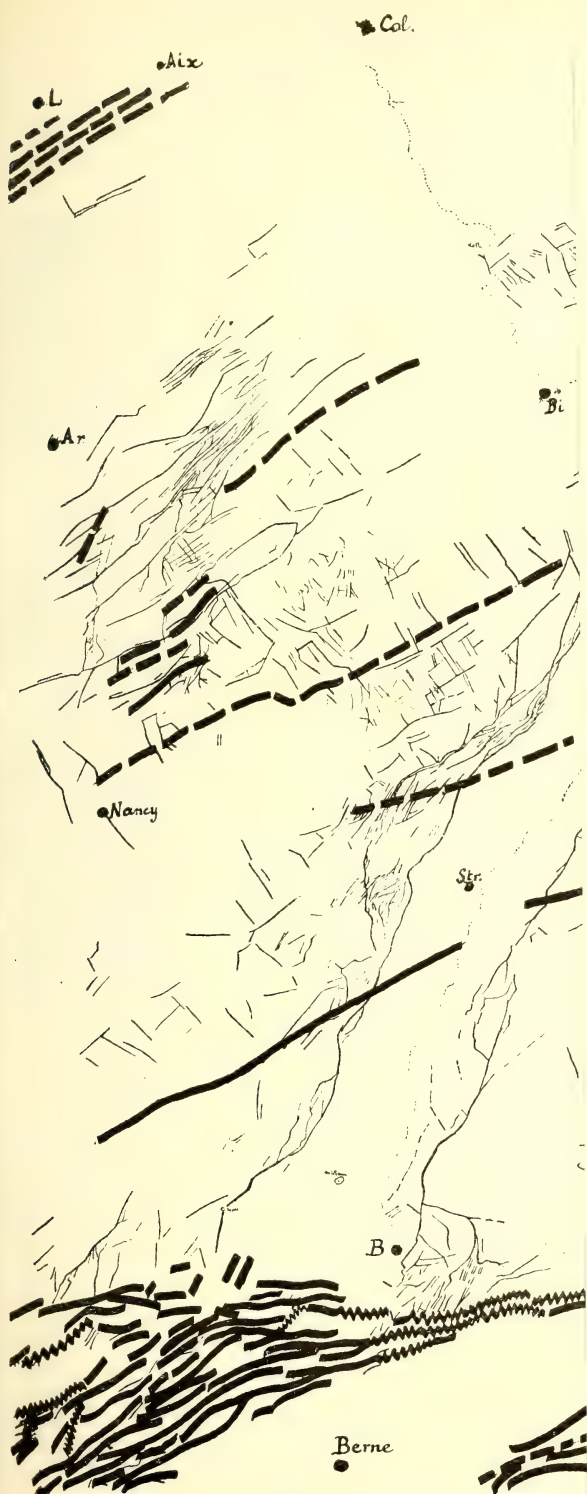


ESSAI D'UNE CARTE TECTONIQUE DE LA BELGIQUE

par E. DELADRIER.

Fautes et filons	— — — — —	Synclinaux	- - - - -
Fautes hypothétiques	- - - - -	Fleuves	— — — — —
Anticlinaux	+++++	Frontières	

Echelle : 1 millimètre pour 700 mètres environ.



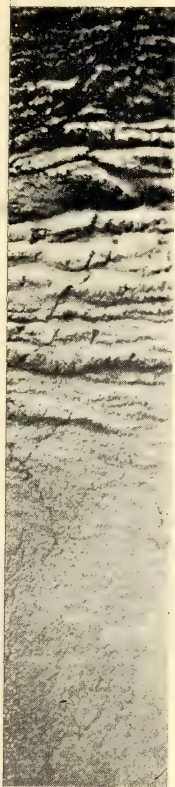
CROQUIS TECTONIQUE DES RÉGIONS R

Les traits fins représentent les failles, dont il a fallu rendre
renseignement les anticlinaux, et les gros traits interrompus
La cuve d'effondrement du Ries a été ajoutée d'après l
de 1 millimètre pour 2400 mètres environ.



CROQUIS TECTONIQUE DES RÉGIONS RHÉNANES, D'APRÈS LA CARTE DE M. C. REGELMANN.

Les traits fins représentent les failles, dont il a fallu renoncer à donner les pendages indiqués sur l'original. Les gros traits pleins renseignent les anticlinaux, et les gros traits interrompus les synclinaux. Les lignes en zigzag marquent les recouvrements. La cuve d'effondrement du Ries a été ajoutée d'après les travaux de Branco et de Fraas. L'échelle de la présente réduction est de 1 millimètre pour 2 400 mètres environ.



me déformation :
 atière des pièces
 des plis est très
 stitue les régions





FIG. 1.

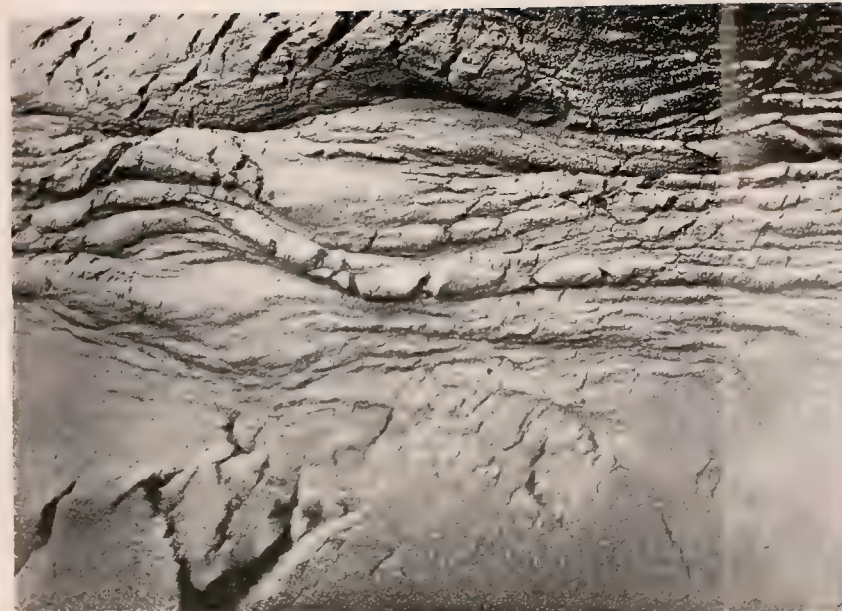


FIG. 2.

Les trois pièces cylindriques représentées par ces photographies ont été soumises à la même déformation : pression Sud-Nord, accompagnée d'une déviation Ouest-Est de la moitié australe. La matière des pièces fig. 1 et 3 était plus cassante que celle du cylindre fig. 2, où la disposition « en œil » des plis est très marquée; on y voit aussi très bien les petits anticlinaux fusiformes dont l'association constitue les régions plissées de quelque étendue.

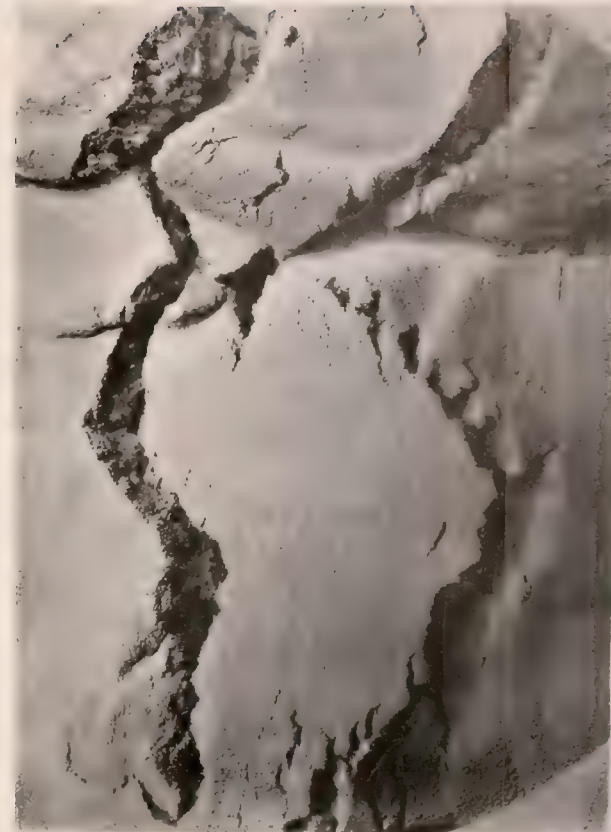


FIG. 3.

F. s.



— Face supé

mellaire. — A
ale. — S. m.

htien infér
deur naturell

. m.



B

— Face supér

mellaire. — A.
tympanifère.
uamoso-quadr

nien supér
naturelle. —

PLATECA

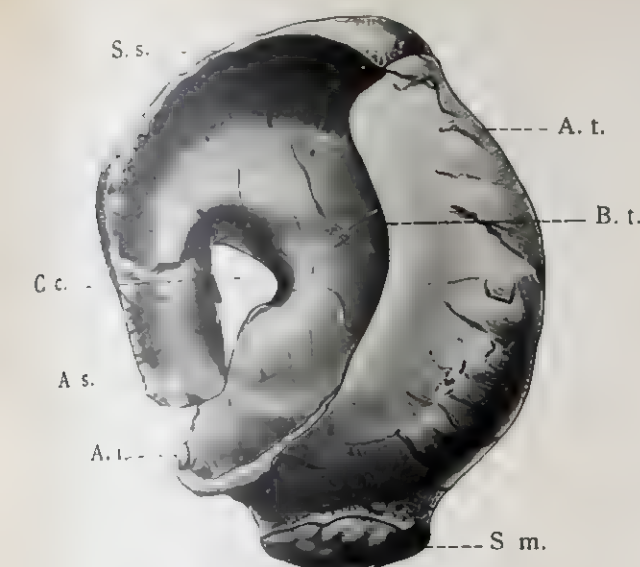


FIG. 1. — Face externe.

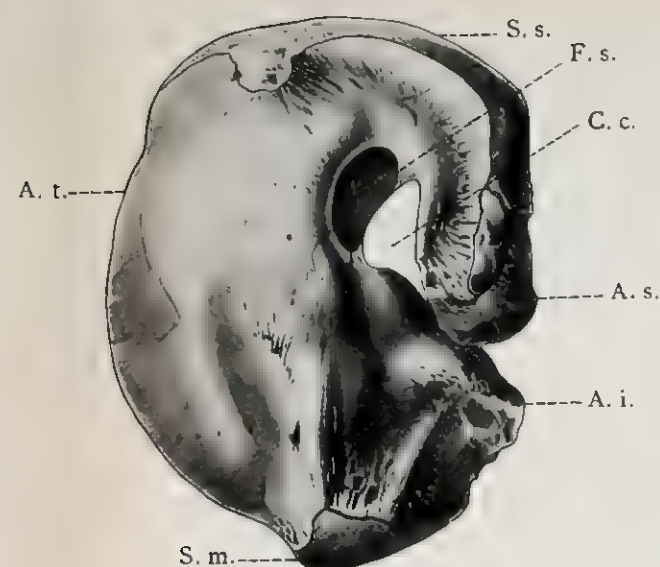


FIG. 2. — Face interne.

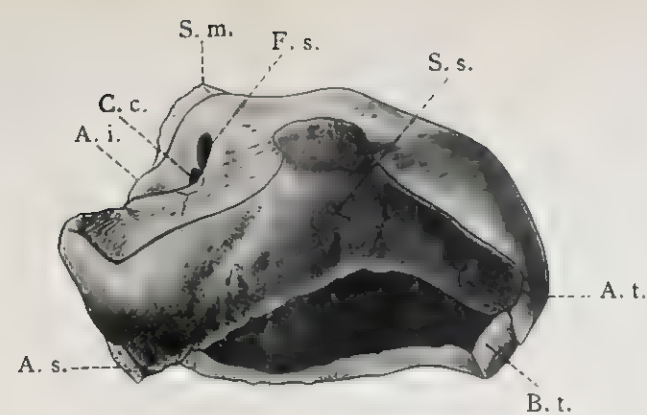


FIG. 3. — Face supérieure.

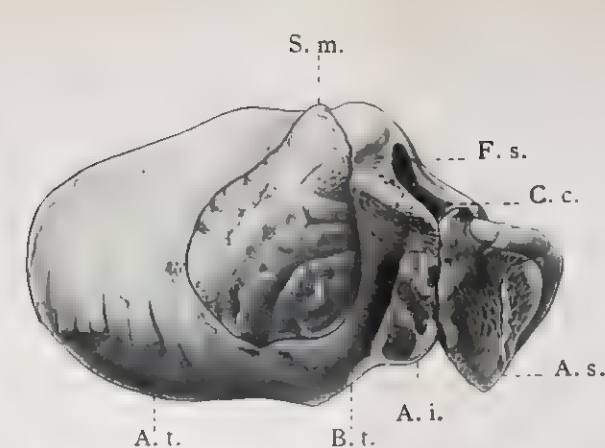


FIG. 4. — Face inférieure.

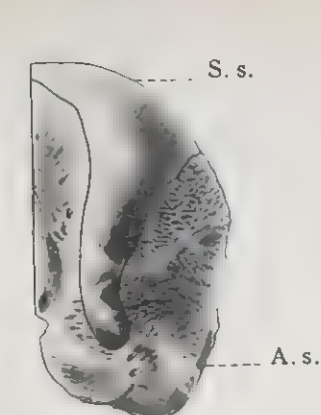


FIG. 5. — Apophyse supracolumellaire.

A. i. Apophyse infracolumellaire. — A. s. Apophyse supracolumellaire. — A. t. Aile tympanifère. — B. t. Bord tympanifère. — C. c. Canal columellaire. — F. s. Fossette suprapédiale. — S. m. Surface articulaire quadrato-mandibulaire. — S. s. Surface articulaire squamoso-quadratique.

Plioplatecarpus Marshi, Dollo, 1882. — Maestrichtien inférieur.

Localité : Canne (Limbourg belge), près de Maestricht. — Détermination ostéologique : Quadratum droit. — Échelle : Grandeur naturelle. — Type : Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

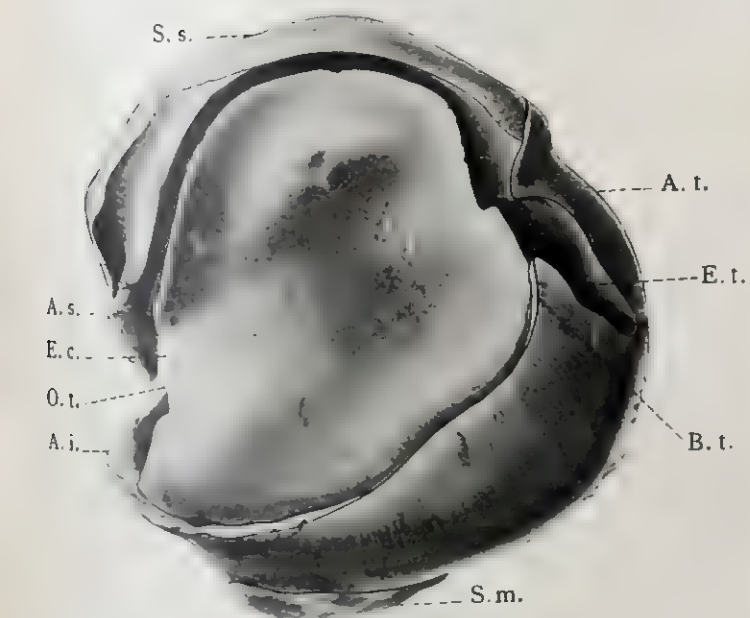


FIG. 6. — Face externe.

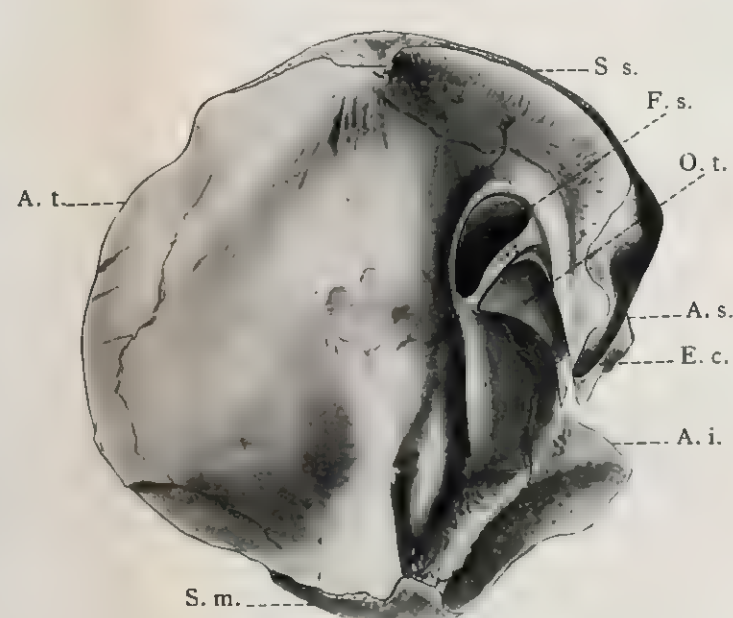


FIG. 7. — Face interne.

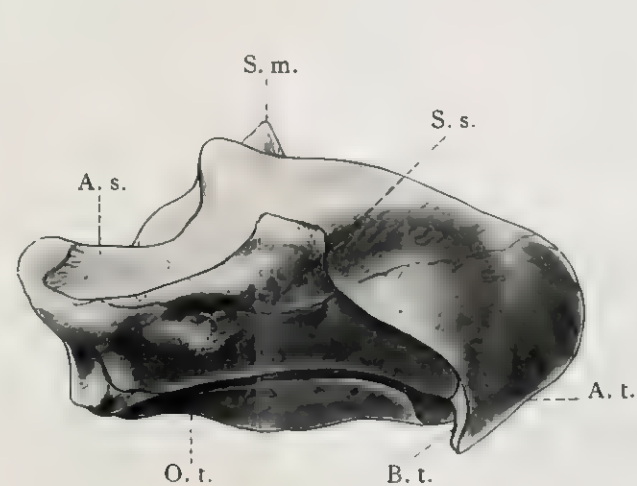


FIG. 8. — Face supérieure.

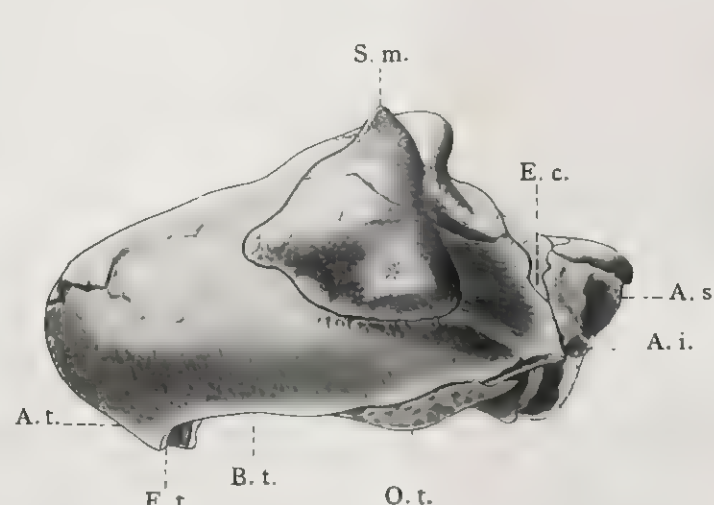


FIG. 9. — Face inférieure.

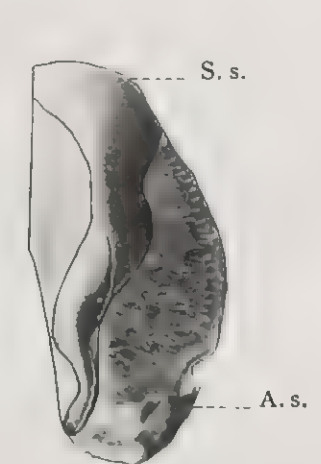


FIG. 10. — Apophyse supracolumellaire.

A. i. Apophyse infracolumellaire. — A. s. Apophyse supracolumellaire. — A. t. Aile tympanifère. — B. t. Bord tympanifère. — E. c. Echancrure columellaire. — E. t. Echancrure du Bord tympanifère. — F. s. Fossette suprapédiale. — O. t. Opercule tympanique. — S. m. Surface articulaire quadrato-mandibulaire. — S. s. Surface articulaire squamoso-quadratique.

Plioplatecarpus Houzeaui, Dollo, 1889. — Sénonien supérieur.

Localité : Ciply (Hainaut), près de Mons. — Détermination ostéologique : Quadratum droit. — Échelle : Grandeur naturelle. — Type : Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

2

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XVIII

(Deuxième série, tome VIII)

ANNÉE 1904

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Tome XVIII. — Année 1904

A PROPOS DES TERRAINS

qui recouvrent

LES COUCHES CARBONIFÈRES DU BASSIN WESTPHALIEN-RHÉNAV

PAR

SCHULZ-BRIESEN (1).

PLANCHES I à IV.

(Traduction de M. C. Van de Wiele.)

Depuis plus de trente ans, j'ai étudié la nature et l'épaisseur des couches qui recouvrent les gisements houillers dans le bassin crétacé de Münster. Dès 1872, j'ai collaboré à la mise en œuvre des sondages pour la recherche de la houille qui ont donné naissance aux mines de *Schlägel und Eisen*, de *General Blümenthal und General Werder*, qui furent suivies plus tard des mines d'*Ewald* (autrefois *Graf Waldersee*), *Emscher Lippe* et *Waltrop*. J'ai également suivi, avec intérêt, les sondages importants exécutés, ou en voie d'exécution, au Nord de Sinsen, et ceux qui s'étendent à l'Est et à l'Ouest de la Lippe, depuis Wesel jusqu'au delà de Hamm.

Ce fut sur mon conseil que le géologue minier Dr Leo Cremer, malheureusement enlevé par une mort prématurée, commença, en 1890, l'étude des rapports entre les couches du bassin westphalien-rhénan et celles d'Ibbenbüren-Osnabrück. Le résultat de ces recherches remarquables fut publié, en 1895, dans les nos 8 et 9 de *Glückauf*, volume XXXI.

Les communications locales publiées dans cette revue et le travail du *Bergassessor* Dr Middelschulte dans le n° 14 de l'année 1901, intitulé : *Couches de recouvrement du bassin houiller de la Ruhr*; l'étude du *Bergre-*

(1) *Das Deckgebirge des rheinisch-westfälischen Carbons*. Geologische Skizze von Generaldirektor Schulz-Briesen, Düsseldorf, mit 4 Tafeln. Essen, G.-D. Baedeker, 1903. Une brochure in-8°, 26 pages avec 5 planches.

(La présente traduction comprend diverses ajoutes, rectifications et modifications du texte allemand que l'auteur a pu y introduire, grâce aux progrès des recherches et observations.)

ferendar Kircher dans le n° 41 de la même année; la constatation du *Rothliegende* dans le puits II de la mine *Preussen*, étudiée, dans le n° 44 de la même année, par le Dr Müller, du Service géologique; enfin, la conférence si remarquable du géomètre Wachholder sur les relations qui existent entre les dépôts houillers en Westphalie, sur la rive gauche du Rhin, et ceux de Hollande, de Belgique et de France, constituent la série de travaux relatifs à la question que j'ai étudiée avec prédilection.

Je me suis contenté de réunir, pendant plusieurs années, les matériaux et les documents relatifs aux sondages et autres travaux miniers, sans me prononcer sur le côté géologique ou stratigraphique de ces questions, que je dois laisser à l'examen d'un géologue de profession. J'ai donc considéré comme établies les données géologiques fournies par la carte de von Dechen, relativement aux rapports que présentaient les couches de recouvrement. Je dois faire remarquer que, par suite de l'échelle réduite des coupes, l'indication des élévations au-dessus de la mer a dû être négligée et que, pour mieux suivre mes explications, il serait bon d'avoir sous les yeux la carte géologique du Rhin et de la Westphalie, par von Dechen, au 500 000^e (2^e édition, 1883).

Les explications qui suivent ont pour but de donner une idée générale du gisement des couches, aussi bien dans le bassin crétacé de Münster que dans les couches qui s'étendent en dehors de ce bassin au Nord, à l'Est et au Sud.

La planche I qui accompagne le présent travail montre que le bassin est recouvert à l'Ouest par le delta tertiaire du Rhin. Cependant les couches crétacées se continuent sous les terrains tertiaires vers le Nord et l'Ouest jusqu'en Angleterre. Il en est de même pour le Carbonifère, qui a été constaté à la gauche du Rhin par des sondages à Mörs, Erkelenz, au Nord de Maestricht-Hasselt, et d'après les découvertes toutes récentes, jusqu'au voisinage d'Anvers.

D'un autre côté, la continuation avec les bassins de Liège et du Hainaut est démontrée, et ce dernier, à son tour, se prolonge dans le Nord de la France, de sorte qu'il est tout naturel d'admettre que les couches de houille découvertes en Angleterre près de la côte ne sont, à leur tour, que la continuation des dépôts allemands. Cette disposition nous permet de conclure que l'ensemble du Carbonifère de l'Europe du Nord-Ouest constitue une formation unique.

Si nous revenons au bassin westphalien-rhénan, on peut se demander si le Carbonifère productif s'étendait, peu après le dépôt de ses couches, plus au loin à l'Est et au Sud qu'actuellement. Il y a beaucoup d'arguments qui plaident en faveur de cette hypothèse : telle l'apparition, en une série de points sur la ligne Münster-Warstein-Marburg, du Trias sus-jacent et des couches sous-jacentes du Carbonifère, le Culm et les grès houillers. On peut croire que les étages intermédiaires ont existé autrefois. Ce n'est

cependant pas le moment de rechercher ici la solution de ce problème.

Les développements qui vont suivre se basent sur l'examen de la carte géologique de von Dechen et sur les quatre planches qui accompagnent le présent travail.

Cette planche I est une esquisse permettant l'orientation des profils des planches III et IV.

La planche II représente les coupes de dix-sept sondages, qui occupent la partie méridionale et Sud-Ouest du bassin crétacé de Münster, et vont jusqu'au centre de celui-ci.

L'esquisse constituée par la planche I permet de se rendre compte du passage du Trias sous le Crétacé et montre la limite de la dénudation de ce dernier par les courants tertiaires. Afin de déterminer les conditions de gisement, on a représenté d'abord (pl. III) quatre profils transversaux du bassin de Münster, distants de 30-40 kilomètres et perpendiculairement à ceux-ci, à des distances égales (pl. IV), quatre profils longitudinaux. On n'a pas tenu compte des nombreuses failles et fractures précrétacées qui ont parfois occasionné des dislocations très importantes du Carbonifère, car elles se sont produites en divers sens, de manière que les niveaux des couches montrent néanmoins, en général, une uniformité approximative.

Ce n'est que dans le profil *III* de la planche III qu'on s'est permis une exception à cette règle pour expliquer l'apparition des couches du Trias et du grès houiller près de Menden.

Les profils s'étendent au Sud jusque dans le district devonien du Sauerland, et au Nord jusqu'aux élévations triasiques et jurassiques du Teutoburger Wald; le n° *IVb* de la planche III jusqu'au Main et le profil longitudinal n° *III* de la planche IV jusqu'au Weser.

La carte et les profils montrent que l'irruption de la mer crétacée s'étendait entre Stadtlohn et Rheine sur une largeur de 40 kilomètres et que par suite de l'obstacle créé par l'anticlinal devonien de Lippstadt, le courant a été divisé en deux, se dirigeant d'un côté vers Beckum, de l'autre côté vers Paderborn. Les deux courants se réunissaient de nouveau à Hamm pour poursuivre leur cours en dehors du bassin, entre Coesfeld et Ruhrort. Les courants marins déviaient alors directement au Sud vers Cologne et Brühl, pour continuer ensuite vers Aix-la-Chapelle. Au Nord de cette ville, le Crétacé moyen et supérieur occupe un espace considérable; il en est de même pour le Trias au Sud-Ouest. On a constaté, par de nombreux sondages, le Crétacé entre Eschweiler et Erkelenz sous le Tertiaire, à la profondeur de 300 à 500 mètres et sur une épaisseur de 10 à 100 mètres; ce qui démontre sa continuité avec le Crétacé du bassin de Münster. Par contre, le Trias paraît avoir été totalement enlevé par les mers précrétaciques dans le Sud du bassin tertiaire jusque Venlo.

On peut facilement reconnaître les rives de la mer crétacée sur la Carte géologique. Elles coïncident entre Mühlheim-sur-Ruhr, Siegburg, Bonn,

Euskirchen, Aix avec les limites du delta rhénan, qui s'est formé plus tard, à l'époque tertiaire, par l'action en commun du Rhin et de la Meuse. Il est probable que pendant le Crétacé et aussi pendant le Tertiaire, le Rhin n'avait pas encore creusé son passage entre Bingen et Coblenz, et que les eaux qui s'accumulaient dans la dépression du Rhin supérieur et dans les vallées latérales trouvaient leur écoulement par le Danube, car on ne saurait comprendre autrement le dépôt régulier des sédiments crétacés dans la région du delta tertiaire du bas Rhin. Il est toutefois possible qu'une partie des eaux s'écoulait par le Nord.

Ce n'est qu'après cette époque que le Rhin, profitant probablement de la formation d'une faille, s'est créé graduellement une large voie vers le Nord en creusant les dépôts devoniens du Rhin moyen. Les eaux accumulées dans le bassin supérieur ont enlevé soit totalement, comme vers Wesel, soit partiellement, les dépôts crétacés qui occupaient la dépression du Rhin inférieur.

Le profil en longueur *II* montre comment les flots de la mer tertiaire se sont creusé un lit dans le Crétacé et le Triasique. Voir aussi le profil *IV* de la planche *IV*.

Sur la ligne Goch-Wesel-Dorsten, on observe que le Rhin, à environ 120 kilomètres en dessous de la cataracte de Bonn, probablement réuni à la Meuse, a formé déjà un delta d'une largeur de 100 kilomètres environ en accumulant des détritiques amenés par le fleuve. Les produits d'érosion du cours d'eau se continuent certainement de là sur une longueur de 100 kilomètres vers le Nord jusqu'à la côte hollandaise actuelle. Si l'on trace le cône du delta jusqu'à cette limite, on voit que la largeur doit y avoir été de 200 kilomètres environ. C'est sur ces alluvions que doit s'être constituée, ultérieurement, la puissante formation de lignites de la plaine du Rhin qui fut enlevée en partie pendant les époques pliocène et post-pliocène. Elle fut ensuite recouverte par les sables, graviers et limons diluviens et alluviaux. Ces dernières couches présentent, dans les régions du Tertiaire, une épaisseur souvent considérable, tandis que dans le bassin crétacé westphalien, celle-ci dépasse rarement 2 à 8 mètres et ne justifie pas une attention spéciale.

L'érosion tertiaire a transporté à la mer un volume de couches crétacées et triasiques qu'on peut évaluer à 5 milliards de mètres cubes et l'a remplacé par une quantité équivalente de matériaux comblant en partie le grand lit creusé.

L'érosion provoquée par l'action de la mer crétacée sur les couches du Wealdien, du Jurassique, du Liasique, du Triasique et du Carbonifère, a été beaucoup plus considérable.

Le plissement et redressement de toutes les couches, ainsi que leur arasement au niveau actuel, doivent être imputés à différentes époques géologiques.

Après cet exposé général, revenons à notre tâche principale : l'étude des dispositions des terrains de recouvrement des formations houillères dans le bassin de Münster.

On a conservé l'expression de bassin crétacé, quoiqu'il ne s'agisse pas, à vrai dire, d'un bassin au sens propre du mot ; il s'agit plutôt d'un golfe de la mer crétacée, dans les couches carbonifères et postcarbonifères qui constituaient alors le continent. Cette invasion de la mer ne peut s'expliquer que par une dépression du continent, pendant laquelle la mer s'est étendue graduellement jusque dans les régions actuellement situées à une cote plus élevée par suite d'un relèvement plus récent.

Il paraît évident que les portions les plus élevées des couches crétacées ont été enlevées dans la suite, car si on construit un plan idéal qui réunit les points supérieurs des couches actuelles, on arrive à la conclusion que les couches crétacées ont eu autrefois une extension beaucoup plus considérable et jusque dans des régions où il n'en est pas resté la moindre trace. La planche II représente la section de seize sondages et d'un puits de mine au 5 000^e qui, sauf les nos *I* et *II*, suivent la ligne de la Lippe.

Avant de passer aux sondages de la rive droite, il est intéressant de montrer les observations fournies par les recherches sur la rive gauche, à Xanten et plus loin au Sud-Est jusque près du Rhin (pl. II, *a*, *b*, *c*, *d*). On peut parfaitement se représenter la constitution des terrains de recouvrement dans la plaine du Rhin, et en comparant avec les sondages de Wesel, Schermbeck, Dorsten, on obtient une idée de la formation du delta tertiaire du Rhin.

I. — Le sondage de Vreden se trouve sur la ligne du profil transversal n° *I* (pl. III) à 40 kilomètres au Nord de la Lippe, non loin de Stadthohn. Déjà vers 1870, on y a pratiqué des sondages pour la recherche des lignites wealdiens, car on connaissait dès lors le relèvement des couches que l'on peut observer sur ce profil transversal *I*.

Ce sondage de la société *Zukunft* traversa 36 mètres de Diluvium et Tertiaire et atteignit le Wealdien cherché. A une profondeur de 77^m4, on atteignit le gisement de lignite, dont malheureusement on ne donna pas l'épaisseur. Plus tard, on apprit qu'elle était de 60 centimètres. Le sondage fut continué jusque 205 mètres dans le Trias.

Ce fut alors que la société *Zukunft*, s'associant à la société *Glückauf-Stadthohn*, se décida à un sondage profond pour la recherche de la houille, après que plusieurs experts eurent donné l'espoir qu'on pourrait la rencontrer à une profondeur de 600 à 700 mètres. Pendant le sondage, on rencontra, à une profondeur de 392^m4, une couche épaisse de 24^m58 de sel gemme blanc et d'une pureté remarquable. On traversa ensuite une épaisseur de 538 mètres, où des couches de gypse alternent avec des marnes (*Letten*) et des grès bigarrés, pour arriver, à une profondeur de 930 mètres, au Permien. Dès lors, le sondage ne présentait plus qu'un intérêt scienti-

fique. Les Sociétés s'adressèrent donc aux autorités minières pour leur demander de reprendre et continuer le sondage. Ce vœu légitime n'ayant pas été agréé, les Sociétés se décidèrent à de nouveaux sacrifices. A 966 mètres, on trouva un second gisement de sel de 8 mètres d'épaisseur, puis 97 mètres de gypse et d'anhydrite; enfin, à 1 097 mètres, un nouveau gisement de sel, de 103 mètres d'épaisseur, avec des traces de sel de potasse. Le sondage fut continué jusque 1 230 mètres dans les couches du Permien et arrêté à ce point. Comme on avait déjà traversé 300 mètres de Permien, on peut admettre, si les déterminations géologiques sont exactes, qu'on aurait rencontré le Carbonifère à une profondeur de 1 300 à 1 400 mètres.

C'eût été une entreprise utile de la part des autorités minières de profiter de cette occasion favorable pour fixer, dans l'intérêt de la science géologique, la constitution et la puissance des formations triasiques et permienues de la basse et moyenne Westphalie. On peut toutefois conclure des constatations qui précèdent que ces couches atteignent, sous Vreden, leur complète extension et qu'elles y atteignent une épaisseur de 1 200 mètres.

Les Sociétés — dont il faut hautement louer la persévérance — se consolent par l'espoir que les gisements de sel trouvés à 392 mètres pourront un jour être l'objet d'une exploitation rémunératrice.

II. — Sondage de Metelen. Le résultat de ces recherches, faites sur la ligne Stadtlohn-Rheine, à environ 30 kilomètres au Nord-Est de Vreden, présente un intérêt tout spécial. Il faut signaler d'abord qu'en ce point, situé à l'entrée du golfe crétacé, d'épaisses couches de Trias et peut-être de Lias ont été enlevées. Outre 13 mètres de Diluvium, on a traversé des couches crétacées, bleu, gris ou verdâtre, dont l'horizon exact n'a pas été déterminé. Le sondage fut porté à 903^m9, sans atteindre les épaisses couches de Trias et de Zechstein qui y existent encore, ni le Carbonifère.

Nous passons maintenant à l'examen des sondages dans le rayon de la Lippe, en commençant par l'Ouest.

III. — Sondage de Wesel, au Sud de la Lippe. Diluvium et Tertiaire, 10 à 350 mètres; puis 469^m50 grès, gypse et anhydrite, puis des couches de sel gemme de 130^m50 d'épaisseur jusqu'au niveau 599^m50, puis encore 657 mètres jusqu'à anhydrite et argile schisteuse. Toutes ces couches appartiennent au Trias. A cette profondeur, on atteint le Carbonifère et on s'arrête à 686^m9 sans avoir atteint, paraît-il, de couche houillère. Au Nord de Wesel, il existe un sondage où le Carbonifère fut atteint à 1 000 mètres dans les mêmes conditions.

IV et V. — Les sondages Schermbeck I et II sont situés à 18 kilomètres à l'Est de Wesel, dans le voisinage de la Lippe. Le Tertiaire atteint déjà ici une épaisseur de 140 mètres, puis vient la craie, sur une épaisseur de 400 mètres. Le Trias se rencontre au sondage I à 420 mètres, au sondage II

à 320 mètres. Le Carbonifère se trouve à 891 mètres pour I et 816 mètres pour II. Au sondage II, on rencontre une couche de houille de 1^m83 à 912 mètres. Le sondage I a pénétré dans le Carbonifère sur une épaisseur de 86 mètres et a rencontré quatre couches de houille, dont trois de plus de 1 mètre d'épaisseur.

VI. — Sondage Dorsten II, à 8 kilomètres plus en amont sur la Lippe et à 3 kilomètres plus au Sud ; en conséquence, il atteint le Carbonifère à 200 mètres plus haut. L'épaisseur du Tertiaire est moindre, elle atteint environ 100 mètres ; il repose sur 330 mètres de craie. A partir de là commencent le Trias et le Permien avec 220 mètres de *Keuper*, terre glaise, anhydrite et gypse. Ces couches reposent directement sur le Carbonifère, qui fut rencontré à 655 mètres de profondeur.

VII. — Nous intercalons ici le profil du puits II de la mine Gladbeck, située plus au Sud, sur le méridien de Essen. En ce point, le Tertiaire cesse, de sorte qu'en suivant les constatations des n^{os} III, IV, V, VI, on peut très bien se représenter l'érosion tertiaire des couches crétacées. Le puits pénètre à 309 mètres de profondeur dans la craie, puis dans le Trias, et ensuite dans un grès argileux rouge sombre, puis dans un conglomérat (19 mètres) de couleur claire, puis, jusqu'au mètre 436, dans des couches gris foncé, d'argile et d'anhydrite du *Buntsandstein*. De 436 à 444 mètres, le puits traverse le Permien, constitué par des calcaires, des marnes et des schistes bitumineux, gris foncé, que M. l'ingénieur des mines Dr Middelschulte considère comme l'équivalent des schistes cuivreux du Permien hercynien. (C. n^o 14, année XXXVII de *Glückauf*.)

VIII. — Vient ensuite le profil du sondage de Sinsen, près de la gare du même nom de la voie ferrée de Recklinghausen-Münster. Ici, de même que dans le puits voisin *Augusta-Victoria*, on a d'abord traversé les couches du Sénonien inférieur, constitué par des blocs marneux sableux et d'argile molle, d'autres fois dure, le tout alternant avec des couches de marne calcaire qui, contrairement aux couches des marnes de l'Emschérien, du Turonien et du Pläner, sont très aquifères. Le Sénonien atteint ici une épaisseur de 170 mètres, et son apparition commence immédiatement au Nord de Recklinghausen, où elle a été constatée dans le puits *Blumenthal* avec 14 mètres d'épaisseur, et un peu plus au Nord-Ouest dans les puits V et VI de la mine *Schlägel et Eisen*, près de Disteln, avec 21 mètres d'épaisseur.

Pour revenir au sondage de Sinsen, on traversa depuis la cote de 170 mètres jusqu'à 600 mètres, les couches connues de la craie inférieure, sous lesquelles on rencontre le Carbonifère en quantité exploitable.

D'après ce qui précède et d'après les constatations faites au Nord de Beckum, on peut facilement se représenter le gisement du Sénonien. Il occupe un espace elliptique autour du centre du golfe de Münster, équivalant aux deux cinquièmes de l'étendue de celui-ci. (Voir profil transversal III de la planche III.)

IX. — Sondage Werne. Il se trouve, de même que le puits *Georg-Marie*, dans le gisement de la craie inférieure. Le Carbonifère fut rencontré à 600 mètres et renfermait deux couches de houille de 3 mètres d'épaisseur fortement redressées.

X et XI. — Sondages Mansfeld II et III, foncés par la Mansfelder-Gewerkschaft, à Eisleben (Province de Saxe). Ils sont situés à l'Est de IX, à 3 $\frac{1}{2}$ kilomètres au Nord-Ouest de Hamm. On y a traversé les mêmes couches du Crétacé inférieur. Le Carbonifère fut atteint à 707 et 715 mètres. Les sondages furent conduits jusqu'à 900 mètres pour rencontrer plusieurs couches très épaisses de houille.

XII. — Sondage Maximilien V, situé à environ 5 kilomètres à l'Est de Hamm. On y constate les mêmes faits que pour IX, X et XI. Par suite de sa situation un peu plus méridionale, on rencontre déjà le Carbonifère à 650 mètres, et l'on y pénètre jusqu'à 800 mètres avec un résultat très satisfaisant.

XIII. — Le sondage Kreuzkamp est d'une très grande importance pour la détermination de l'extension orientale du Carbonifère. On y traversa 19 mètres de Diluvium, 619 mètres de craie et, au lieu du Carbonifère, on rencontra le Culm jusqu'à la cote 656, puis le Calcaire devonien supérieur, où le sondage pénétra jusqu'à la cote 910. Le résultat de ce travail me fut communiqué par M. le *Bergassessor* Hundt. Les probabilités de la descente du Carbonifère vers le Nord et l'Est seront étudiées plus tard par l'examen des profils longitudinaux et transversaux IV de III. (Pl. III et IV et profil longitudinal II.) De l'examen des différents sondages, il paraît résulter clairement que les couches crétacées inclinent régulièrement de 1 à 2 degrés vers le Nord. La direction des couches est nettement Est-Ouest, et ce n'est que tout à l'Ouest, près de Dorsten, que la ligne des profondeurs équivalentes des marnes prend la forme d'une courbe qui s'étend vers le Sud-Est d'abord, et le Sud-Ouest ensuite, indiquant ainsi une inclinaison plus rapide des couches vers le Nord-Ouest.

On peut déterminer avec une certaine exactitude la profondeur du Carbonifère, dans toute la région entre Buer et Beckum, sur une étendue de 70 kilomètres. On rencontre seulement quelques irrégularités dans cette disposition, par exemple la différence de niveau de 80 mètres constatée, dès 1874, dans le champ d'exploitation des puits I et II *Blumenthal*, indiquant la probabilité d'une dislocation. Il est cependant possible que nous ayons affaire ici à une érosion des couches carbonifères, parce qu'il n'y a pas de dislocation correspondante entre les terrains de recouvrement et celles du Carbonifère.

Au Nord de Recklinghausen, dans les exploitations *Elfrieda und Augusta-Victoria*, on a constaté, par une série de sondages, que les lignes de niveau des marnes divergent vers le Nord et l'Ouest, indiquant ainsi que les couches, déjà peu inclinées, deviennent de plus en plus horizon-

tales. Il en est de même près de Beckum, où ces mêmes lignes divergent vers le Nord-Est.

On pourrait expliquer ces particularités par le fait que l'on se rapproche en ces points du centre du bassin crétacé, où l'horizontalité doit être le plus marquée. Toutes les recherches démontrent que l'axe du bassin crétacé, et aussi le point de plus grande profondeur, se trouvent à 5 kilomètres au Nord de Diensteinfurt, et que la plus grande épaisseur de la formation crétacée du bassin de Münster ne dépasse guère 1 100 à 1 200 mètres. (Profil transversal *III*; pl. *III*.)

M. le *Bergassessor* Leo Cremer, étudiant les rapports entre les formations carbonifères d'Ibbenbüren et celles du bassin westphalien-rhénan (nos 8 et 9, année XXXI, *Glückauf*), est arrivé à des conclusions différentes. Il voit le point de profondeur maxima du bassin au Nord de Münster, tandis que, d'après ce qui précède, il faut le chercher à 20 kilomètres plus au Sud. Cremer estime l'épaisseur de l'ensemble des couches qui surmontent le Carbonifère près de Münster à 6 000 mètres, dont 2 500 pour le Crétacé, 1 500 pour le Jurassique et 3 000 pour le Trias. Les profils joints à ce travail permettent de croire que les couches de Jurassique sont peu développées près de Münster, et que la présence du Trias et du Permien y est démontrée par les résultats fournis par le sondage de Vreden. L'épaisseur de ces couches près de Münster doit atteindre 1 000 mètres. On peut donc estimer que le niveau inférieur du Crétacé dans le bassin de Münster se trouve à 1 100 ou 1 200 mètres, et que l'ensemble des terrains de recouvrement atteint une épaisseur de 2 200 à 2 400 mètres.

L'erreur de Cremer provient de ce qu'il a admis que le Carbonifère forme, avec l'ensemble des couches qui le surmontent, un bassin unique depuis Diensteinfurt jusque Ibbenbüren, large de 60 kilomètres, distance qui constituerait le petit axe du bassin. Il croyait en outre que les couches triasiques et jurassiques atteignaient la Lippe. Il est probable en outre que l'obliquité du profil Tecklenburg-Münster-Recklinghausen à la direction normale des couches aura contribué à la formation d'une appréciation erronée.

L'étude des plissements du Carbonifère dans la partie Sud du bassin, constatés jusque près du centre de celui-ci, et leur comparaison avec les plis de l'ensemble des couches du Teutoburger Wald et du Wiehengebirge, rendent peu probable l'existence d'un bassin unique aussi étendu, tel que Cremer nous l'a décrit dans son profil. Il paraît nécessaire, au contraire, de le décomposer par un profil ondulé.

En ce qui concerne l'extension des couches triasiques et permienes dans le bassin de Münster, les sondages qui s'étendent jusqu'à l'axe longitudinal de celui-ci démontrent que leur limite sous la craie, au Sud, est dirigée selon la ligne Gladbeck, Haltern, Lüdinghausen, Sendenhorst, Rheda, Delbrück, Salzkotten et Büren. On trouve même plus au Sud des

petits bassins isolés, tel celui de 14 mètres d'épaisseur dans le puits II de la mine *Preussen*, et qu'il faut attribuer au Permien (n° 44, *Glückauf*, 1901). On y rencontre 8^m68 d'argile schisteuse jaune-brun, devenant sableuse vers le haut, 1^m15 de conglomérat, 2^m84 de grès tendre, grisâtre, et encore un conglomérat de 1^m24.

Le schiste dur du Carbonifère sous-jacent est érodé de la même manière que celui qui a subi l'action des glaciers pendant la période glaciaire et il présente aussi des rayures analogues aux stries glaciaires. Il est impossible d'attribuer ces stries à un mouvement tectonique, parce que les galets du conglomérat supérieur présentent les mêmes stries et usures que ceux du Diluvium du Nord de l'Allemagne. La surface de la roche ne donne pas l'impression d'une surface rabotée (Harnisch), mais on y peut constater manifestement l'action des eaux courantes.

M. Müller, dans le travail duquel nous trouvons les détails ci-dessus, part de ces observations pour admettre l'existence d'une période glaciaire à l'époque du Dyas, question dont les géologues se sont depuis longtemps beaucoup occupés.

Pour revenir à l'érosion marine du bassin de Münster, il y a lieu de constater que son action a été beaucoup moins marquée au Nord et à l'Est du bassin. On y rencontre encore, en assez notable quantité, les couches du *Weald*, du *Hils* et du *Gault*, par exemple sur la ligne de Tecklenburg jusqu'à 15 kilomètres au Nord de Warburg, tandis que sur le bord Sud du bassin, on ne rencontre pas de traces des couches intermédiaires entre le Trias et le Cénomanien, et les couches de la Craie supérieure recouvrent ici immédiatement le Carbonifère.

Description des profils transversaux et longitudinaux.

(Voir planches III et IV.)

Dans l'exposé des profils transversaux et longitudinaux qui va suivre, il faut se rappeler qu'ils ne prétendent pas à une exactitude géométrique. Ce ne sont que des essais et des projections qui schématisent les résultats abondants fournis par les recherches houillères.

Pl. III, n° I. — *Profil transversal* situé sur la ligne Hilden, Mülheim, Vreden, Enschede. — Entre Hilden et Kettwig, on rencontre le terrain devonien qui constitue la base des couches plus récentes. Au Sud de Hilden, on constate la superposition du Tertiaire du bas Rhin. A Kettwig, apparaît le Culm, ou Calcaire carbonifère, puis à Mülheim-Ruhr, le grès carbonifère, sur lequel repose le Carbonifère productif, et qui ne tarde pas à apparaître au jour, pour disparaître ensuite sous les couches de recouvrement, où il a été constaté par des sondages sur une étendue de 70 kilomètres au Nord. Les profils montrent que près de Stadthohn-Vreden, il y a

un premier relèvement des couches, et l'on peut en admettre un second à 40 kilomètres plus au Nord, près d'Ottmarsen, en correspondance avec le Teutoburger Wald. La dépression entre Rheine et Stadthoyn peut, comme nous l'avons dit, être considérée comme la porte d'entrée des courants de la mer crétacée dans le bassin de Münster. Au sondage de Vreden, le Tertiaire est représenté par 36 mètres, le Weald par 169 mètres, le Trias et le Permien par 1 025 mètres, et l'on n'a pas atteint la limite de ce dernier. Il se peut même qu'au lieu de diviser le bassin carbonifère par trois ondulations, il faille en admettre quatre ou cinq.

Les constatations de Gladbeck, Ruhrort, Vreden et Metelen démontrent d'une façon suffisamment claire l'érosion du Crétacé par les courants marins. Une ligne ponctuée tracée sur la carte en indique la limite.

Pl. III, n° II. — *Profil transversal entre Barmen et Rheine.* — Le Devonien se trouve au jour près de Barmen, présentant des synclinaux alternant avec des anticlinaux. Il est bordé au Nord par le Culm et le grès houiller. Plus au Nord apparaît le Carbonifère, avec une surface ondulée. Au Nord de Bochum, on entre dans le bassin de Münster, et c'est sur la ligne de ce profil que le bassin atteint sa plus grande largeur, qui est ici de 100 kilomètres. Les recherches ont montré que le Carbonifère repose en discordance sous la craie, et avec une surface ondulée. On peut admettre quatre ondulations principales : au Nord de Rheine, la ligne rencontre le relèvement de Ibbenbüren, et le Trias se trouve à une profondeur relativement faible. Le profil montre que le Trias et le Lias occupent au-dessus du Carbonifère dans le Nord du bassin un espace considérable.

Le profil suivant de la planche III est le même que le précédent, mais pour donner une idée plus exacte des dépôts, les hauteurs sont indiquées à la même échelle que les longueurs, alors qu'elles sont doublées pour les autres profils. On peut se rendre compte de cette manière que le Crétacé n'occupe, relativement aux couches qui l'ont précédé, qu'une étendue et une épaisseur relativement peu considérables.

Pl. III, n° III. — *Ce profil transversal s'étend au Sud assez loin dans le Sauerland, afin de montrer les éruptions de porphyre et de diabase du Devonien à Olpe, Plettenburg et Balre.* Celles-ci ont probablement contribué aux plissements des couches secondaires. Il convient de signaler l'apparition du Trias à Menden, qu'on ne peut expliquer que par une dislocation de grande importance. On ne pourra déterminer le mode de production de celle-ci que par des études minutieuses sur place. Un examen attentif de la ligne de disparition du Carbonifère, et surtout du grès houiller, favorise l'hypothèse qu'en ce point le Carbonifère et le Devonien seraient descendus à une certaine profondeur. Outre l'apparition du Trias, près de Menden, on a rencontré des restes de cette formation dans le puits de *Preussen II*, près de Werne.

Sur la ligne de profil se trouvent, près de Hamm, une série de sondages

où le Carbonifère fut atteint directement sous la craie, à des profondeurs de 600, 700, 800, 900 et 1 000 mètres.

Le point le plus déclive du bassin se trouve sur ce profil à Diensteinfurt, où se trouve aussi le bord du bassin permo-triasique. Au pied du Teutoburger Wald, on voit apparaître le Wealdien et le Hils, et par suite d'un double relèvement de terrain, le Muschelkalk et le Buntsandstein, jusqu'à ce que vers le bord septentrional du Wiehengebirge, près de Engter, le Lias, le Jurassique brun et le Jurassique blanc, ainsi que le Wealdien, se superposent en pente vers le Nord, pour disparaître ensuite sous la craie.

Pl. III, n° IVa. — Ce *profil transversal* commence au Sud de Meschede, sur la Ruhr supérieure, où le Devonien apparaît au jour, et sur celui-ci reposent, en formant bassin, le Culm et le Grès houiller, avec un relèvement, vers Warstein, de l'ensemble des couches. Sur le bord Nord de la forêt d'Arnsberg, près de la vallée de la Mône, commencent les couches crétacées, qui se terminent au bord Sud du Teutoburger Wald, près de Halle en Westphalie et Bielefeld. Le Hils et le Gault réapparaissent ici au jour. A partir de ce point jusqu'au Nord par Bünde et Lübbecke, on rencontre les mêmes dispositions que sur le profil III.

Le sondage de Kreuzkampf a indiqué, près de Lippstadt, un relèvement devonien qui présente un intérêt spécial. La représentation exacte de la disposition des couches sédimentaires fait supposer qu'il existe un petit bassin de charbons maigres entre Warstein et Lippstadt, à une faible profondeur sous les couches crétacées. Cependant il se pourrait qu'on passât d'emblée dans le Carbonifère non productif. Par contre, on peut affirmer que le Carbonifère productif forme bassin au Nord du sondage de Kreuzkampf, et se retrouvera dans toute son épaisseur, à Wiedenbrück, sous la craie.

Pl. III, n° IVb. — *Profil transversal*. — Il représente jusqu'à Warstein les mêmes conditions que IVa. Seulement, la ligne a été prolongée jusque dans la vallée de la Nidda, qui coule vers le Main. La proportion des longueurs est au 1 000 000^e et celle des hauteurs au 500 000^e. Dans le Devonien du Rhin moyen, au Sud de Warstein, on rencontre de nouveau, comme dans le Profil III, les masses éruptives considérables qui, de même que la diabase, se trouvent également à l'Ouest par Balve et Altena sur une étendue de 70 kilomètres et sur non loin de 40 kilomètres à l'Est dans la principauté de Waldeck. Au milieu de ces masses éruptives de diabase, on rencontre, à 8 kilomètres au Sud de Brilon, une éruption de porphyre, nommée les *Bruchhauser Steine*, dont les restes escarpés se dressent imposants au milieu du paysage devonien. Puis viennent plus au Sud, près de Schmallenberg, ainsi qu'à l'Est et à l'Ouest, près de Winterberg et Olpe, les éruptions de felsite et de porphyre quartzeux, puis auprès de Marburg, les éruptions de mélaphyre et diabase, qui en constituent le prolon-

gement oriental. On rencontre près de Dillenburg, Wezlar et Weilburg, les mêmes roches éruptives qui suivent la direction générale des montagnes, et dont les masses et les nappes éruptives occupent encore un espace de 700 kilomètres carrés, alors que, antérieurement à l'éruption du massif basaltique du Westerwald, elles occupaient probablement un espace double. Au Sud de Marburg s'élève le massif basaltique de Giessen. Les roches plutoniennes ont percé les roches sédimentaires à différentes époques et les ont soulevées; les éruptions de basalte sont de beaucoup les plus récentes : elles ont apparu vers la fin du Tertiaire et même plus tard. Dans le cas présent, nous trouvons une application de cette théorie dans la présence, au Sud de Marburg, d'un bassin tertiaire qui a été percé par une masse du basalte.

Au Nord de Marburg, l'ancien quartzite du Taunus s'est relevé en dos sous l'influence de l'éruption de mélaphyre, de sorte que la roche ancienne se trouve au niveau des couches du Trias, indiquant ainsi une dislocation de plus de 4 000 mètres.

Ce qu'il y a d'intéressant dans ce profil, c'est que dans les plis du Devonien on rencontre des bassins de Culm et de grès houiller, au Nord et au Sud de l'anticlinal devonien du Sauerland. Les deux bassins situés le plus au Sud renferment une quantité importante de Trias inférieur. Parmi ces couches sédimentaires, on ne rencontre pas le Carbonifère productif. Cette disposition permet de supposer que le Carbonifère ne s'est jamais étendu plus vers le Sud, mais il faut considérer la question comme non encore résolue, car si on tient compte de l'apparition du Carbonifère dans les bassins d'Aix-la-Chapelle et de Liège, et aussi au delà du Devonien du Rhin moyen à Saarbrücken et dans le Palatinat bavarois, on pourrait y trouver un argument pour prétendre que le Carbonifère productif, le Culm et le Trias ont recouvert autrefois en ce point le Devonien.

Les éruptions du massif basaltique de Giessen ont traversé le Devonien depuis ses couches les plus anciennes jusqu'aux plus récentes, de même que les couches du Carbonifère du Lias et du Tertiaire du bassin du Main. A l'Ouest du massif de basalte, les couches de transition plus anciennes s'étendent jusqu'au Rhin et plus à l'Ouest, et descendent ensuite, avec une pente assez accentuée au Sud, sous le Tertiaire et le Trias.

A Homburg, situé à environ 50 kilomètres à l'Ouest du profil *IVb* au pied du Taunus, on rencontre les mêmes dispositions géologiques. La direction du service des bains y a fait exécuter par Kind, en 1853, un sondage qui descendit jusqu'à 1 782 pieds, sans donner de résultat favorable pour les eaux. On traversa des couches de Diluvien et de Tertiaire sur une épaisseur de 1 527 pieds, et l'on arriva directement ensuite dans les étages inférieurs des roches du Taunus, les schistes à séricite, où le sondage fut arrêté à 1 782 pieds.

On voit sur la carte géologique les roches du Hunsrück et du Taunus s'arrêter nettement sur une ligne à direction Sud-Est de Birkenfeld à Homburg, et plus à l'Est, le Trias repose directement contre la roche plus ancienne. On peut supposer que la délimitation si nette des roches provient d'une faille importante. Par cette hypothèse, on peut expliquer les résultats fournis par le sondage de Homburg, comme on peut s'en rendre compte dans l'esquisse due à M. von Dechen. (Voir *Die Homburger Heilquellen*, von Dr Jul. Hoffmann, 1856.)

En vue du contrôle des profils transversaux, on a construit trois ou plutôt quatre profils longitudinaux à travers le bassin crétacé, que nous croyons pouvoir servir à mieux faire comprendre la disposition des couches supérieures de ce bassin. Ils ont été établis au moyen des données fournies par les sondages, qui s'étendent jusque près du fond du bassin. On peut profiler, sur une étendue de 15 à 20 kilomètres, les couches qui apparaissent au Teutoburger Wald sous le flanc Nord du bassin. Il ne reste donc plus qu'une zone de même longueur où les données positives fassent défaut. De plus, nous admettons, avec Cremer, que les relèvements et les descentes des couches du Trias et du Lias reposant en concordance sur le Carbonifère, sont moins accentués à mesure que l'on se rend au Nord, et qu'ils se continuent jusqu'au Teutoburger Wald.

On sait que les bassins du district houiller sont plus ou moins allongés et parallèles, et que leur grand axe présente également une ondulation, mais on a renoncé à la représenter sur les profils parce que la direction de ceux-ci est indiquée par celle des couches de recouvrement que coupe l'axe des bassins carbonifères sous un angle de 25° à 30°, et que de cette façon on ne pourrait donner qu'une représentation imparfaite de l'état des choses. De même que dans les profils transversaux, on n'a pas tenu compte, pour les profils longitudinaux, des failles et d'autres déplacements des terrains carbonifères.

Les relèvements constatés à Lippstadt et à Stadtlohn sur les deux bords Est et Ouest du bassin se retrouvent également dans les profils longitudinaux.

1. — *Profil longitudinal 1* (pl. IV). — Il suit la ligne Vreden-Lippspringe et peut se poursuivre sur le profil 4 jusque Zutphen, en Hollande. Il montre en combinaison avec les profils transversaux II et III l'erreur de l'hypothèse de Cremer, qui admettait, près de Münster, une épaisseur de terrains de recouvrement atteignant 5000 à 6000 mètres. Il faut plutôt admettre une épaisseur de 2300 à 2500 mètres (1).

2. — Le *profil 2*, entre Goch, sur la rive gauche du Rhin, et Lippstadt, en Westphalie, repose sur une série de constatations dont on n'a ici

(1) A comparer l'observation finale page 19.

signalé que les principales. Il suit la ligne de la Lippe, et l'on attend des résultats de sondages plus au Nord qui viendront le compléter (1).

Une section partant de Dortmund et passant par les sondages de Bork et Selm, au Nord de la Lippe, montre en toute évidence que l'épaisseur du bassin crétacé ne peut pas dépasser 1 200 mètres.

Il convient de signaler la démonstration de ce que le delta tertiaire du Rhin moyen trouve sa limite orientale un peu à l'Est de Dorsten, et que sa profondeur atteint, entre Goch et Xanten, 420 mètres, correspondant à une érosion du Crétacé et du Trias. Les sondages de Dorsten et Goch donnent une représentation géologique complète de cette disposition. Près de Lippstadt, il y a, comme on l'a vu, un relèvement du Devonien, qui limite les dépôts carbonifères.

3. — Le *profil longitudinal 3* fournit la preuve que le Carbonifère redescend à l'Est de l'anticlinal devonien ; il permet en outre de constater la terminaison du Crétacé à l'Est, puis des couches sous-jacentes du Hils et du Gault, puis la réapparition du Muschelkalk et du Buntsandstein près de Beverungen-Karlshafen, jusqu'au Weser.

D'après le profil 3, il y a lieu d'admettre la continuation du Carbonifère sous ces couches de recouvrement, et il n'est pas impossible qu'on ne parvienne à démontrer la continuation du bassin westphalien-rhénan avec la formation de même âge trouvée par les exploitations minières au Sud de Harz.

Un sondage entrepris par le Gouvernement à l'Est du Weser serait d'une très grande utilité pour la solution de ce problème économique et scientifique.

4. — Le *profil longitudinal 4* ne se rapporte qu'indirectement au but proposé ; on doit plutôt le considérer comme un profil transversal, et il n'a été placé ici que parce qu'il est situé dans l'axe longitudinal du delta tertiaire du Rhin, qui constitue un des éléments des terrains de recouvrement des couches carbonifères gisant sur la rive droite du Rhin.

Comme profil transversal, il donne une idée de la disposition du Carbonifère de la rive gauche, dont les rapports avec celui de la rive droite ne font plus l'ombre d'un doute. Le profil est basé sur un grand nombre de sondages qui s'étendent sur une ligne de 100 kilomètres du Sud au Nord, entre Eschweiler et Goch-Xanten.

Le dernier profil du bas de la planche IV montre les dispositions sur la rive gauche du Rhin, pour donner une idée d'ensemble des conditions de gisement des couches de recouvrement. Nous avons déjà fait allusion, au début de ce travail, aux constatations très intéressantes faites pendant ces dernières années dans le Limbourg belge, au Nord et au Nord-Ouest de Maestricht. Dans une brochure de la « Société internationale de son-

(1) A comparer l'observation finale page 49.

dage Strasburg-Erkelenz », jointe au n° 15 du *Glückauf*, on a publié des données plus précises sur ces sondages; de plus, dans le n° 43 de l'année 1901 du même périodique, on a publié un extrait dû à un collaborateur technique du journal *La Réforme*. D'après ces communications, on peut se faire une idée exacte de ces dépôts houillers, qui constituent la continuation du bassin de Liège au delà du dos devonien de Visé.

On constate que l'épaisseur de la craie va graduellement en diminuant par suite de l'érosion déterminée par les courants tertiaires, que le Trias et le Permien ont été complètement enlevés dans la partie méridionale du delta, et ne se retrouvent qu'au Nord de Maestricht et atteignent déjà 300 mètres d'épaisseur à Maeseyck, 27 kilomètres plus au Nord. Ces particularités se retrouvent du reste dans les profils 1 et 4 (longitudinaux).

L'auteur vient de publier dans le n° 14 (1904) du *Glückauf* un mémoire analogue au présent concernant les recherches sur la rive gauche du Rhin et dans le Limbourg hollandais, en partant de celles de la Campine.

Les recherches et les déductions qui précèdent présentent, outre leur intérêt géologique, une certaine importance pratique; elles permettent entre autres de se faire une idée de la quantité de houille qui gît dans le district minier rhénan-westphalien.

On peut, par les constatations faites, calculer l'espace du terrain où l'exploitation houillère peut se pratiquer à une profondeur de 1 500 mètres.

Le district est constitué par le trapèze, circonscrit par une ligne partant de Mülheim-sur-Ruhr, passant par Hattingen jusqu'à un point situé à 20 kilomètres Ouest de Lippstadt, puis s'étendant à 12 $\frac{1}{2}$ kilomètres au Nord, avec une inflexion à l'Ouest par Beckum, Haltern, jusque Crudenberg (entre Schermbeck et Wesel), et revenant de là à son point de départ, à Mulheim. La surface de ce trapèze occupe un espace d'environ 2 900 kilomètres carrés.

Le district de la rive gauche n'est pas compris dans ce calcul. On sait qu'on y pratique l'exploitation houillère depuis plus d'un quart de siècle à la mine Rhein-Preussen, appartenant à la famille Haniel.

Pour la détermination de la quantité de houille à exploiter (et l'on ne comprend ici naturellement que la houille exploitable d'après les procédés actuels), on peut se baser sur l'hypothèse que celle-ci varie d'après les différents gisements et diviser le district entier, d'après son degré de richesse, en sept rayons, qui renferment relativement 36, 30, 24, 18, 12, 6 et 0 millions de tonnes de houille par kilomètre carré. La moyenne fournit donc 18 millions de tonnes. Si l'on multiplie celle-ci par le chiffre trouvé de 2 900 kilomètres carrés, on obtient le total de 52,2 milliards de tonnes.

Le conseiller minier Dr Schultz, qui dispose de la riche collection de cartes de la *Berggewerkschaftskasse* de Westphalie, a admis que l'espace

exploitable atteint 3 000 kilomètres carrés, et évalue leur contenu houiller à 54 milliards de tonnes, comme on peut le voir dans son discours à propos du budget des mines, prononcé le 20 février 1902 au Landtag.

On voit que les deux chiffres concordent, et il est probable qu'ils se rapprochent de la réalité. De plus, le présent travail a un intérêt pratique plus général, en ce qu'il donne une indication des parties du district où les sondages offrent des chances de succès, et aussi celles où il n'y a pas lieu de les pratiquer.

Bien que les bases qui ont servi à la construction des profils existent depuis longtemps, il faut admettre que les résultats nouveaux obtenus pendant la hausse récente du prix des charbons ont servi à étendre et à perfectionner les données anciennes.

Si le fisc minier, comme l'a fait observer M. le Dr Schultz dans la séance du 20 février, avait admis les propositions qu'il lui avait faites dès l'année 1887, et procédé à des sondages dans un but à la fois scientifique et économique, il aurait obtenu, outre les avantages dans l'intérêt général, une position plus nette, en vue de l'exploitation minière dans le district rhénan-westphalien. Il aurait en outre épargné aux chercheurs aventureux beaucoup de pertes et de désillusions.

Si ces derniers ont eu en vue plutôt leur intérêt que celui de la généralité, on doit cependant leur savoir gré de leur initiative courageuse, car la mise à profit des richesses souterraines du sol constitue pour le développement économique d'un pays une des plus importantes tâches, quoiqu'elle soit souvent accompagnée de beaucoup de déboires.

La présente note fut rédigée il y a deux ans ; entre temps les recherches ont progressé vers le centre du bassin jusqu'à la ville de Munster. On y a trouvé dans un sondage le Carbonifère sans quitter le Crétacé, à 1 400 mètres, tandis que, d'après mes prévisions, cette profondeur a été estimée à 2 200 mètres, dont 1 200 mètres de Crétacé et 1 000 mètres de Triasique. J'avais donc projeté par méprise l'affleurement du Triasique sous le Crétacé trop vers le Sud, en admettant un double plissement des couches, à partir du Teutoburgerwald.

Je saisis volontiers l'occasion pour rectifier cette erreur, du reste pardonnable, vu le caractère schématique que les projections ont toujours quand il s'agit de terrains inexploités ou vierges.



LA MEUSE ARDENNAISE

PAR

J. CORNET (1).

La grande vallée longitudinale de Sambre-et-Meuse a sous sa dépendance une vallée importante de caractère tout autre, celle de la Meuse proprement dite en amont de Namur.

La haute Meuse, ou Meuse lorraine, coule dans un pays à sol jurassique faisant partie de la bordure orientale du bassin de Paris ; elle présente tous les caractères d'une des rivières de l'Est de ce bassin ; mais, au lieu de suivre la route qu'on s'attendrait à lui voir prendre vers l'Aisne ou vers l'Oise, elle se dirige droit au Nord à travers un pays beaucoup plus élevé que celui qu'elle vient de traverser et coupe le massif ardennais par une vallée étroite et tortueuse. Elle quitte donc une région relativement basse, où elle suivait à peu près en direction des couches de roches peu résistantes, pour se frayer un chemin dans un pays élevé, constitué par des terrains durs en couches redressées et dirigées perpendiculairement à son cours.

Il y a là un problème intéressant qui a déjà préoccupé plusieurs savants éminents, mais dont une solution entièrement satisfaisante n'a pas encore été donnée.

§ 1. *Historique de la question.* — D'Omalius d'Halloy fut le premier, pensons-nous, qui chercha à donner une interprétation de cette particularité du cours de la Meuse. Dès 1842 et même antérieurement à cette époque, il attribuait à des fractures du sol, à des failles, le passage de la Meuse à travers l'Ardenne.

(1) Cet article est le résumé d'un chapitre d'un travail présenté à la *Société géologique de Belgique* en séance du 21 juin 1903, mais non encore publié. (*Études sur l'évolution des rivières belges.*) Extrait du *Mouvement géographique* du 22 novembre 1903.

Cette opinion était de son temps. Les idées de Léopold von Buch et d'Élie de Beaumont, qui dominèrent longtemps la science de la Terre, conduisaient à considérer comme dues à des failles toutes les vallées transversales. Dans la manière de voir d'Élie de Beaumont, la vallée de la Meuse de Mézières à Namur, de même que toutes nos vallées rocheuses de même direction, étaient des fractures en relation avec le mouvement sardo-corse, orienté 176° et produit entre le Tongrien et le Rupélien.

C'est également à l'hypothèse des failles qu'eut recours É. Dupont à la suite de ses premières recherches sur la vallée de la Meuse. En 1869, d'ailleurs, O. Peschel attribuait encore les vallées transversales à des fractures de l'écorce terrestre. Dans des travaux plus récents, É. Dupont semble avoir abandonné cette théorie.

Le regretté Ch. de la Vallée Poussin, qui, plus tard, devait envisager le problème d'une façon toute différente, se rallia pendant quelque temps à l'opinion de d'Omalus et de É. Dupont, que partageait également J.-C. Houzeau.

Cependant, depuis longtemps déjà, dans des pays voisins, de nouvelles idées s'étaient fait jour, plus en accord avec les doctrines actualistes répandues par sir Charles Lyell, pour expliquer la genèse des vallées transversales. Tous les géologues ne croyaient plus que ces vallées fussent dues à des fissures béantes dans lesquelles se seraient précipitées les eaux des fleuves qui les auraient remplies de cailloux et d'alluvions avant d'y établir un lit régulier. On avait tenté, avec succès, de les interpréter, comme les vallées normales, par l'action érosive des eaux.

Dès 1857, Ferdinand Roemer expliqua le passage du Weser par la *Porta westphalica*, à travers le Wesergebirge, par la persistance du lit dans un massif en voie d'élévation. Le Weser coulait de Vlotho vers Minden à l'époque où le Wesergebirge n'existait pas, et il a creusé sa vallée dans la chaîne de collines à mesure qu'elle s'élevait lentement.

Cette idée fut posée comme un principe général dans la seconde édition du *Lehrbuch* de Bischof (1863), et l'on sait que, depuis lors elle a reçu de nombreuses applications dans l'Inde, aux États-Unis et en Europe.

La priorité de l'application de cette doctrine à la vallée de la Meuse semble appartenir au célèbre géologue suisse Albert Heim. « Certains fleuves développent leurs méandres à travers des roches de toute formation, même les plus dures, avec autant de souplesse et de liberté que s'ils coulaient sur une plaine d'alluvions. Il faut y voir *un effet du soulèvement graduel des terres*. Autrefois l'eau fluviale serpentait réellement dans une plaine basse; mais l'incessante poussée du sol a forcé la masse liquide à creuser peu à peu son lit dans la roche, et c'est à l'endroit même où elle coulait primitivement que les assises sont entamées. Ainsi, les méandres si remarquables de la Meuse entre Charleville et Dinant *témoignent de*

l'ancien passage du fleuve à la surface du plateau des Ardennes. » (In É. RECLUS, *La Terre*, 1877, t. I, p. 376.)

En 1885, Ch. de la Vallée Poussin, dans une note très remarquée, revient sur son opinion première et, comparant le cas offert par la gorge de la Meuse avec celui du Cañon du Colorado dont Clarence Dutton, en 1882 (après Powell pour le Green River, en 1875), avait expliqué la genèse, il adopte la théorie de l'encaissement graduel des méandres de la Meuse, par suite de l'élévation lente du massif ardennais. « Au commencement de l'époque éocène, le plateau de l'Ardenne française formait une plaine basse voisine de la mer; une partie de la Champagne, de la Lorraine et de la Bourgogne formait le haut pays pendant l'ère tertiaire, et l'Ardenne, relativement très abaissée alors, au lieu d'offrir une barrière, était la direction naturelle de la pente et de l'écoulement des eaux. L'état actuel du pays se rattacherait donc à une *surélévation tardive de l'Ardenne française.* »

En 1894 (*Revue des questions scientifiques*, 2^e série, t. VI), A. de Lapparent vint apporter à la théorie précédente l'appui de sa grande autorité et de son admirable talent d'exposition. C'est à la même théorie que s'est rallié W. Morris Davis dans une étude qui eut un grand retentissement. (« La Senne, la Meuse et la Moselle », *Annales de Géographie*, 1895.)

Plus récemment, G. Dollfus est revenu sur la question (*Annales de Géographie*, 1900). Il n'admet pas la manière de voir de A. Heim, de la Vallée, de Lapparent et de W.-M. Davis, et il la combat par des arguments qui ne nous paraissent pas décisifs. Le savant géologue français préfère résoudre le problème par un *simple phénomène de capture*, opéré par la Meuse de Fumay aux dépens d'un ancien affluent de l'Oise qui est devenu la Meuse lorraine.

§ 2. *Caractère épigénétique de la Meuse ardennaise.* — Après cet aperçu historique, nous pouvons passer à l'exposé de nos propres idées sur ce sujet intéressant.

Repoussant tout d'abord l'hypothèse des failles comme non justifiée par les faits, nous n'admettons pas non plus la *simple capture* d'une rivière du bassin de Paris par un affluent de la Sambre-Meuse, à travers le massif primaire. Cette capture n'aurait pu se faire qu'à une époque où le creusement de la vallée de la Meuse de Dinant aurait été déjà très avancé. Or la composition des plus anciens graviers des hautes terrasses, au nord du massif ardennais, montre que la Meuse lorraine coulait déjà vers la Belgique à une époque où la vallée n'avait pas encore entamé les terrains primaires.

Nous admettons que la Meuse ardennaise s'est enrichie, par capture, de la Meuse lorraine, mais nous regardons cet événement comme de date très ancienne, antérieure au début du creusement de la vallée dans les terrains primaires.

Nous considérons la vallée « transversale » de la Meuse, de Mézières à Namur, comme une vallée *épigénétique* (Richthofen) ou *surimposée* (W.-M. Davis), absolument au même titre que celle de l'Eau d'Heure, par exemple, pour laquelle la chose est évidente, et pour des raisons analogues.

En outre, nous croyons que la région jurassique, où s'étend le bassin supérieur de la Meuse et qui, aujourd'hui, se trouve à un niveau inférieur aux parties culminantes des massifs primaires ardennais, a autrefois, au contraire, dominé l'Ardenne, et qu'à cette époque la Meuse, venant de ce pays jurassique élevé, descendait vers le Nord et traversait l'Ardenne en cheminant à la surface d'un revêtement tertiaire qui masquait les massifs paléozoïques.

Un moment est venu où le fleuve, en creusant sa vallée, a entamé ces massifs et s'y est encaissé, *surimposé*, par descente verticale, pendant que l'érosion en balayait la couverture tertiaire, dont les dépôts dits oligocènes (*Om* et *On* de la Carte géologique) représentent les derniers vestiges, et abaissait graduellement, d'un côté, le pays tertiaire de la Belgique, de l'autre, la région jurassique de Lorraine; de telle sorte que l'Ardenne, *construite de matériaux plus résistants*, restait de plus en plus en saillie entre deux régions en voie de dénudation beaucoup plus rapide.

Ainsi, la saillie que fait l'Ardenne sur les pays qui la bordent au Sud serait due, non pas à une surrection en masse, souvent invoquée, mais à sa plus grande résistance à l'égard des agents dénudants. Ou, pour parler plus exactement, cette saillie est primitive, antérieure même aux temps crétacés, et le cycle géographique actuel n'a fait qu'en amener la résurrection.

§ 3. *Généralité du caractère épigénétique.* — D'une façon générale, toutes nos rivières à cours Sud-Nord dont les vallées sont ouvertes dans des terrains primaires sont de nature épigénétique.

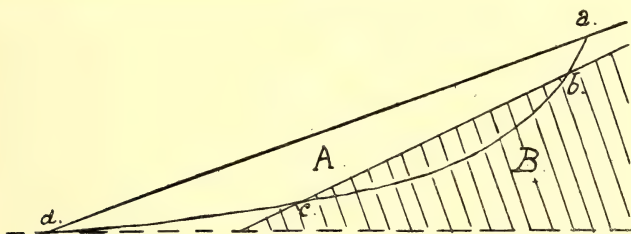
Cette règle peut être démontrée directement pour les vallées qui, traversant des régions encore occupées par des couches continues de terrains tertiaires ou secondaires, ont cependant entamé les massifs primaires sous-jacents, presque toujours normalement à la direction des strates.

Le bassin de l'Escaut nous présente une série de rivières de ce type. La Dendre, la Senne, la Dyle, la Grande Geete et plusieurs de leurs affluents, dans leur cours supérieur, ont creusé leurs vallées à travers les terrains meubles, tertiaires ou crétacés, puis ces vallées ont continué à s'encaisser sur place dans les formations dévono-carbonifères du Nord du bassin de Namur et dans les terrains siluro-cambriens du Brabant.

L'allure de ces rivières ne présente pas de caractères spéciaux dans les tronçons surimposés, et la carte topographique ne permettrait pas de dis-

tinguer ces tronçons des parties où les vallées sont exclusivement creusées dans le Tertiaire. Il est vrai que, sauf quelques exceptions, ce caractère uniforme est dû en partie à ce que ces rivières coulent aujourd'hui sur leurs propres alluvions, qui sont venues masquer presque partout les parois vives des vallées. Il faut donc, par la pensée, se représenter ces cours d'eau à l'époque où, leur niveau de base étant plus déprimé, ils coulaient dans les thalwegs d'érosion. Cela ne nous reporterait qu'au Pleistocène campinien.

La figure ci-dessous représente schématiquement les rapports d'une rivière de ce type supposée parvenue à l'état d'équilibre. On la voit prendre sa source en *a*, dans les terrains secondaires ou tertiaires *A*, présenter une section épigénétique *bc*, creusée dans le Primaire, et rentrer en *c* dans les terrains post-primaires.



Il est facile de voir que si l'érosion continentale vient à faire disparaître complètement l'ensemble des couches post-primaires *A*, la rivière apparaîtra comme un cours d'eau purement épigénétique. C'est la destinée qui attend nécessairement la Dendre, la Senne, la Dyle, etc., et c'est précisément le cas dans lequel se trouvent déjà les affluents méridionaux de la Sambre-Meuse, y compris la Meuse en amont de Namur.

La démonstration du caractère épigénétique peut donc s'étendre, par analogie, aux rivières qui traversent des régions primaires où il n'existe plus que des vestiges de recouvrement meuble (Houyoux, Ourthe, Meuse ardennaise, etc.), en passant par celles qui coulent dans un pays primaire portant des nappes déjà restreintes de dépôts tertiaires ou crétacés (Eau-d'Heure, etc.).

§ 4. *Cas de l'Escaut à Tournai. — Comparaison avec le cas de la Meuse ardennaise.* — Dans l'exemple des rivières du bassin de l'Escaut (Dendre, Senne, Dyle, etc.) le sous-sol primaire entamé par épigénie présente une surface régulière formant, dans l'ensemble, un plan uniformément incliné dans le même sens que les couches du revêtement post-primaire et dans la direction où coulent ces rivières.

Nous allons examiner un cas tout particulier, celui de l'Escaut entre Laplaigne et Froyennes. Dans cet intervalle, la vallée de l'Escaut entaille

le Calcaire carbonifère que le Landenien recouvre d'une façon assez continue à l'Est et à l'Ouest. Cette section de la vallée est donc nettement épigénétique et, à première vue, elle semble correspondre à la section *bc* de la figure ci-dessus.

Il n'en est rien cependant. En réalité, le massif de Calcaire carbonifère de Tournai, au lieu de présenter une surface régulièrement inclinée vers le Nord, forme une bosse, un dos d'âne, que l'Escaut traverse par une tranchée étroite. Cette saillie est nettement indiquée par les cotes atteintes par le Calcaire carbonifère des deux côtés de l'Escaut.

Le dos d'âne que traverse l'Escaut près de Tournai fait partie d'un bombement Est-Ouest des terrains primaires, très bien accusé sur les cartes du relief du sous-sol, qui court au Nord de la vallée de la Haine, passe au Sud de Tournai et se dirige vers Lille. C'est une sorte de promontoire émis par le massif primaire du Nord de la Sambre-Meuse et qui sépare le golfe correspondant à la vallée de la Haine, de la dépression du Brabant et des Flandres.

Il est intéressant d'ajouter que la surface du bombement, sur les rives de l'Escaut, entre Hollain et Tournai, est plus élevée que la surface des terrains primaires dans tout le bassin supérieur de l'Escaut.

Cela étant bien établi, supposons que, à mesure que l'érosion continentale poursuit son œuvre, en enlevant petit à petit la couverture tertiaire et secondaire qui masque le massif paléozoïque, le niveau de base de l'Escaut, c'est-à-dire le rivage de la mer du Nord, s'abaisse graduellement. Il arrivera un moment où, le thalweg étant, par exemple, descendu verticalement de 50 mètres, le dôme de Tournai sera entièrement débarrassé de son revêtement post-primaire, mais, grâce à sa nature lithologique, fera saillie sur les pays du Nord et du Sud considérablement déprimés par la dénudation et toujours formés superficiellement de terrains tertiaire et crétacé.

On verra alors l'Escaut recouper par une cluse étroite un massif de terrain primaire plus élevé que la région qu'il vient de traverser en amont. Et l'on s'étonnera de lui voir suivre ce chemin difficile, alors qu'un léger détour vers l'Ouest pourrait le mener sans effort vers les plaines des Flandres.

Si les choses en étaient arrivées à ce point, on ne manquerait pas de les expliquer par une surrection lente du bombement de Tournai. Et cependant, il n'y aurait eu qu'un simple phénomène d'épigénie.

C'était précisément là que nous voulions en arriver comme conclusion de l'exposé qui précède.

Nous comparons — échelle à part — le bombement de Tournai au massif ardennais, l'Escaut à la Meuse, et nous pensons que la grande analogie qui existe entre les deux cas paraîtra évidente. L'Ardenne, toutes proportions gardées, a été ce qu'est aujourd'hui le bombement de Tour-

nai : recouverte de dépôts post-primaires, et elle a été bordée au Sud d'un pays beaucoup plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui. La Meuse passait de ce pays sur l'Ardenne comme aujourd'hui l'Escaut passe de Condé à Tournai. La Meuse, encaissant sa vallée, a entamé le massif primaire et s'y est surimposée (comme l'Escaut a commencé de le faire dans le bombement tournaisien), pendant que la dénudation abaissait le niveau des pays post-primaires du Nord et du Sud et ne laissait plus sur l'Ardenne que des vestiges de dépôts tertiaires et secondaires.

Nous expliquons donc le cas de la Meuse ardennaise par celui de l'Escaut tournaisien et nous croyons que la traversée de l'Ardenne par la Meuse peut s'interpréter, de même que la traversée, à peine commencée, du bombement tournaisien par l'Escaut, par simple surimposition.

Cette manière de voir est incontestablement plus *actualiste* que celle qui fait intervenir un surélèvement lent du pays traversé.

Nous pensons qu'il faut, autant que possible, expliquer les phénomènes du passé par ceux du présent et nous ne croyons pas devoir faire appel à des mouvements de la croûte terrestre pour interpréter une particularité locale présentée par le cours d'une rivière.



DÉTERMINATION
DES
BRADYSISMES DANS L'INTÉRIEUR DES CONTINENTS
AU MOYEN DE LA PHOTOGRAPHIE
PAR
G. AGAMENNONE

(Extrait du *Bolletino della Società Sismologica italiana*, 1903-1904,
vol. IX, fasc. 10.)

TRADUCTION PAR GEORGES ENGERRAND

Lorsqu'on parle de mouvements lents relatifs à une partie plus ou moins étendue de la surface terrestre, les observations se rapportent généralement au littoral marin, où elles sont certainement rendues plus faciles par l'utilisation du niveau même de la mer comme base. C'est ce qui explique les nombreuses observations faites à ce sujet, en tous temps et tous lieux, peut-on dire. Il est, naturellement, question des mouvements lents du sol ou bradysismes dans presque tous les traités de géologie et dans quelques mémoires spéciaux de savants; mais nous devons savoir gré à l'illustre professeur A. Issel, l'éminent géologue de l'Université de Gênes, d'avoir réuni les matériaux nécessaires à l'œuvre magistrale et puissante qui constitue une contribution précieuse pour tous ceux qui veulent se consacrer à cette branche spéciale de la physique terrestre (1).

(1) G. UZIELLI, *Su i movimenti lenti del suolo*, 1881. Dans la réunion de l'*Associazione meteorologica Italiana*, tenue à Turin, en septembre 1880, le professeur Uzielli avait déjà attiré l'attention sur les mouvements littoraux du sol italien et sur l'utilité d'instituer des observations systématiques et exactes au sujet de ces phénomènes. L'illustre professeur G. Schiaparelli avait fait une demande analogue au Congrès du *Club Alpino Italiano*, en 1882.

A. ISSEL, *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi*. — *Saggio di geologia storica*. (ATTI DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA, Genova, 1883, vol. V.)

Ces mouvements, plus ou moins importants, soit par eux-mêmes, soit par l'intervalle de temps durant lequel ils sont perceptibles, soit enfin par leur extension à la surface de la terre, doivent certainement être considérés comme la continuation de phénomènes qui ont toujours agi dans le passé et qui ont produit, à la longue, les transformations géologiques évidentes subies par notre planète. Il n'y a, naturellement, aucune raison de penser que ces phénomènes soient limités aux côtes maritimes. Si leur existence ne peut pas être démontrée, avec une égale certitude, dans l'intérieur des continents, ceci doit être attribué uniquement, d'une part, à la lenteur habituelle avec laquelle ils se produisent, si bien que pour les rendre indiscutables et susceptibles de mesures précises, nous avons besoin, au moins, du cours de nombreuses dizaines de siècles, en face duquel la vie d'un homme est toujours un laps de temps trop minime (1), et de l'autre, à la grande difficulté de pouvoir les observer, ordinairement par manque de points spéciaux auxquels on puisse se rapporter, contrairement à ce qui arrive pour les côtes maritimes.

L'étude des bradysismes acquiert, à nos yeux, une importance spéciale par suite des phénomènes sismiques qui peuvent se produire de temps en temps, dans une région déterminée, où de telles recherches pourraient être faites précisément dans le but de savoir si, après une ou plusieurs commotions sismiques, surtout pour celles de quelque intensité, il y a eu une variation subite éventuelle dans l'altitude des divers points de la même région prise en examen, ainsi qu'une variation de distance des uns par rapport aux autres. Il ne manque pas d'exemples de ce genre, en effet (M. le professeur Issel en rapporte aussi plusieurs à la page 388 de son travail cité ci-dessus), dans lesquels on a cru que les tremblements de terre avaient exercé une influence plus ou moins sensible sur l'altimétrie d'une région plus ou moins restreinte; mais ce n'est que dans ces derniers temps qu'on a attaché une attention particulière à ces phénomènes, et précisément à l'occasion de la grande secousse d'Agram du 9 novembre 1880 (2), de celle de Sumatra du

(1) Il est à remarquer que les géologues parlent souvent de soulèvements et d'abaissements d'une région donnée par centaines et parfois par milliers de mètres, mais il est inutile de déclarer que ces phénomènes se sont produits durant les périodes géologiques entières pour lesquelles le millénaire constitue peut-être un petit sous-multiple de l'unité de mesure de temps que l'on devrait adopter.

(2) F. LEHRL, *Untersuchungen über etwaige in Verbindung mit dem Erdbeben in Agram am 9. November 1880 eingetretene Niveauveränderungen.* (MITTEIL. K. U. K. MILITÄRGEOCR. INST., Wien, 1896, Bd XV, SS. 47-118.)

A. WEIXLER, *Untersuchungen über die Wirkungen des Erdbebens vom 9. Nov. 1880 auf die in und zunächst um Agram gelegenen trigonometrischen Punkte.* (IBIDEM, SS. 119-202 mit zusammen 7 Karten und Tafeln.)

Un résumé des deux mémoires précédents a été fait par Hammer dans les *Mitteil.*

17 mai 1892 (1), des Indes du 12 juin 1897 (2), de Salonique du 5 juillet 1902 (3).

Après ces tremblements de terre, on a procédé à une vérification de quelques points trigonométriques ou d'autres repères bien déterminés, et il semble qu'on ait réellement constaté de très sensibles changements dans leur position, tant verticale qu'horizontale; mais les travaux de vérification de ce genre sont, par eux-mêmes, trop pénibles, longs et coûteux pour qu'il soit possible de les répéter souvent, comme on le devrait, spécialement dans les contrées sujettes à des tremblements de terre. Il est du plus haut intérêt que notre attention soit tournée vers la recherche de méthodes plus simples conduisant au même but.

L'importance de la chose justifie l'intérêt qu'a rencontré la proposition du professeur Issel de placer de nombreux signaux appropriés le long des côtes extérieures et dans les îles adjacentes (4) et le zèle du professeur Grablovitz à exécuter dans l'île d'Ischia et à conseiller pour ailleurs des observations maréographiques (5) exactes et faciles à faire.

Aussi loin que la mer est encore visible, il est possible d'entreprendre des recherches sur les bradysismes, comme celles exécutées par le professeur Antonelli et qui sont basées sur la largeur plus ou moins ample de mer visible à l'horizon et observée d'un point de l'intérieur des terres, ou basées sur la mesure d'une portion de quelque édifice lointain qui se projette sur la mer même (6).

Mais les difficultés s'accroissent encore plus quand on a affaire à des localités situées plus loin dans l'intérieur des terres, c'est-à-dire dans des

du Dr Petermann, vol. XLIII, 1897, n^{os} 82^a et 82^b de la partie bibliographique, p. 23.
— E.-G. HARBOE, *Das Erdbeben vom Agram am 9. November 1880*. (BEITR. ZUR GEOPHYSIK. ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIKALISCHE ERDKUNDE, Bd V, S. 406.)

(1) *Petermann's Mitteilungen*, 1895, pp. 97-98. On en fait aussi mention à la fin du mémoire suivant du Dr Oldham.

(2) R. D. OLDHAM, *Report on the great Earthquake of 12th June 1897*. (MEMOIRS OF GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA, Calcutta, 1899, vol. XXIX.)

A consulter aussi le *Cosmos* de Paris (n^o 781, 13 janvier 1900), dans lequel on parle justement des variations en hauteur et en azimut rencontrées dans l'Inde après le tremblement de terre de juin 1897.

(3) R. HOERNES, *Das Erdbeben von Saloniki am 5. Juli 1902 und der Zusammenhang der makedonischen Beben mit den tektonischen Vorgängen in der Rhodopemasse*. (MITTHEIL. DER ERDBEBEN-KOMMISSION DER K. AKAD. DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN, Neue Folge, Nr XIII.)

(4) A. ISSEL, *Sul collocamento di segnali in riva al mare per accertare le oscillazioni lente del suolo*. (ANN. DELL' UFFICIO CENTR. MET. E GEODIN. ITAL., vol. IX, parte 4^a, 1877, p. 123. Roma, 1889.)

(5) G. GRABLOVITZ, *Sulle osservazioni mareografiche in Italia e specialmente su quelle fatte ad Ischia*. Ivi, vol. XIV, parte 1^a, 1892, p. 11. Roma, 1893.

(6) G. ANTONELLI, *Bradisismi di una parte della costa adriatica*. (BOLL. DELLA SOC. GEOLOGICA ITAL., vol. IX, fasc. 1^o.)

cas analogues à ceux cités par le professeur Issel aux pages 46, 177, 193, 212, 238, 273 et 334 de son travail. Il est alors nécessaire de recourir à des observations spéciales sur la position relative qu'occupent à l'horizon des points plus ou moins distants entre eux et situés à peu près sur la même ligne de visée. Cette partie a été traitée par le professeur Grablovitz, lequel a proposé de fixer dans le lointain des repères adaptés, en ligne droite avec le lieu d'observation, ces repères servant à établir si, dans une direction quelconque, il y a ou non un changement de niveau entre les quelques points du sol pris en examen (1). Nous ne savons pas si ces repères ont été expérimentés et s'il y a probabilité qu'ils soient mis à l'œuvre, tant par cause des frais de placement que par la difficulté de les conserver longtemps dans des lieux ouverts et de surveillance très difficile.

* * *

Nous nous sommes demandé s'il n'y aurait pas également lieu de recourir, pour ce genre de recherches, à la photographie, qui a déjà rendu de si nombreux services à la science et tend de plus en plus à se substituer, avec succès, à tant d'autres méthodes de mesure. Supposons, par exemple, que du point d'observation on voie la cime d'une colline ou d'une montagne quelconque, et encore mieux d'une partie d'un édifice éloigné, se projeter sur la mer ou sur un lac de dimensions notables.

Si, dans cette direction, on prend des photographies successives de l'horizon, naturellement avec un agrandissement suffisant et en se servant pour cela d'un téléobjectif ou, mieux encore, d'une bonne lunette à long foyer (2), on a alors un moyen d'investigation pour découvrir si, avec les années, il y a eu un changement relatif de position entre le lieu d'observation et le point lointain qui se projette sur le miroir de la mer ou du lac. Supposons, au contraire, qu'on ait dans une autre direction une série de chaînes de montagnes placées partiellement les unes derrière les autres jusqu'à une distance très considérable. Si l'on fait bien attention, on découvrira, çà et là, des points assez intéressants dans lesquels les cimes de montagnes très lointaines dépassent un peu le sommet d'autres plus voisines. Dans ce cas encore, si l'on prend de bonnes photographies de ces points de l'horizon dignes d'intérêt pour

(1) G. GRABLOVITZ, *Sulla sistemazione delle osservazioni geodinamiche regolari*. (ANN. DELL' UFFICIO CENTR. MET. E GEODIN. ITAL., vol. VIII, parte 4^a, 1886, p. 233. Roma, 1888.)

(2) Le même problème intéresse beaucoup, dans un autre but, l'art militaire. Dans le *Messaggero* de Rome, du 31 mars 1901, j'ai lu l'articulet suivant :

La photographie à 100 kilomètres de distance. Berne, 12 mars 1901. — *Le capitaine Auguste Vantier a inventé une machine capable de reproduire des vues très nettes à la distance de 100 kilomètres.*

nous, on pourra juger s'il s'est produit une variation de quelque importance entre le lieu d'observation et les cimes des monts en question, soit avec le temps, soit même de suite après quelque importante période sismique. Naturellement, il ne s'agit, dans ce cas, que de mesures seulement relatives; mais si le lieu d'observation est bien choisi et tel que l'on puisse exécuter en face diverses visées intéressantes dans notre ordre d'idées, il est clair que, faisant une comparaison entre les changements observés dans les diverses directions, on aura le moyen d'établir si c'est réellement le lieu même d'observation qui a subi des variations d'altitude, ou plutôt quelques-uns des divers points éloignés pris en examen.

Il est évident que dans ce genre de recherches, les photographies à comparer entre elles doivent être toujours rigoureusement prises d'un même point. D'autre part, la sensibilité et l'exactitude de la méthode pourront facilement s'expérimenter en prenant les photographies à diverses hauteurs, bien entendu toujours dans la même direction; en agissant ainsi, c'est comme si le point d'observation, par rapport au panorama éloigné, s'était élevé ou abaissé d'une quantité exactement connue. Inutile de recommander la plus grande surveillance sur les points éloignés pris en examen, pour s'assurer de temps en temps que ni les dégradations météoriques (vent, pluie, affaissements, etc.), ni la taille des arbres, ni les modifications éventuelles des édifices ne puissent influencer sur la variation de la région que l'on veut photographier.

Comme lieu d'observation, il faut préférer un point isolé qui permette de photographier dans toutes les directions et qui soit naturellement entouré de montagnes, dont quelques-unes à une distance très considérable, d'autres moins éloignées, de manière que le changement relatif, par exemple entre le lieu d'observation et une montagne plutôt voisine, puisse, avec la plus grande facilité, être mis en évidence, et l'on prend comme point de comparaison une autre montagne trois ou quatre fois plus éloignée (1).

Ces photographies, que nous appellerons bradysismiques, devraient se faire plusieurs fois dans l'année, et surtout après quelque important trem-

(1) Quelques régions montagneuses, la Suisse, par exemple, se prêteraient très bien à ce but.

Quoique mon prédécesseur, le regretté professeur M.-S. De Rossi, dans son mémoire intitulé : *Concetto e classificazione degli Osservatori Geodinamici in generale e descrizione scientifica del R. Osservatorio ecc.* (BULL. DEL VULCANISMO ITAL., vol. XIV, 1887, p. 97), eût indiqué les études possibles sur les bradysismes à entreprendre à l'Observatoire géodynamique de Rocca di Papa, toutefois dans la pratique, la position de cet observatoire, à mi-côte d'un mont et à une distance très notable des montagnes les plus voisines, se prête mal à ces études. Malgré cela, je ferai tout mon possible pour instituer des observations régulières, spécialement du côté de la Sabine et des Abruzzes, où se montrent plusieurs chaînes de montagnes les unes derrière les autres.

blement de terre local ou, du moins, dont l'épicentre soit relativement voisin et situé dans la région explorée. Il est superflu de dire que l'on devra choisir les jours et les heures où la transparence de l'air est suffisante pour obtenir de bons résultats, comme une longue expérience ne manquera certainement pas de le montrer, en se basant spécialement sur la visibilité des montagnes les plus lointaines, qui peuvent quelquefois se distinguer très bien, même à plus de 200 kilomètres de distance (1).

Naturellement, parmi les nombreuses photographies exécutées dans le cours de l'année, on conservera seulement les mieux réussies par la netteté des particularités qui regardent la partie du panorama que l'on veut étudier. Mais c'est de la comparaison de toutes les photographies, faites durant plusieurs années, qu'il sera possible de procéder à une analyse concernant la probabilité d'un changement quelconque d'altimétrie dans une direction donnée, de la même manière que, par une confrontation de plusieurs photographies d'une même partie du ciel, prises à des intervalles donnés, on peut décider s'il y a eu un déplacement quelconque entre deux ou plusieurs étoiles. En prenant ces photographies bradysismiques, les obstacles qui surgiront ne seront certainement ni petits ni légers, pour les obtenir avec la netteté voulue, quand il faut photographier des édifices et des cimes de monts situés à des distances extrême-

(1) A consulter sur ceci un mémoire du Dr L. Henkel, lequel traite des *limites de la visibilité des terres émergeant de la mer*, publié dans les *Mitteilungen aus Justus Perthes' Geogr. Anstalt*, Bd XLVII, 1901, XII, p. 284.

Le *Cosmos* de Paris, du 12 janvier 1901, contient un résumé d'un mémoire du Dr Schultheisse, lequel, dans sa station de Höchenschwand, à 1 090 mètres sur le versant Sud de la Forêt Noire, a noté les divers degrés de visibilité de la chaîne des Alpes. Il en découvrait les cimes du Sud-Ouest au Nord-Est, par un angle visuel de 120°, du Tödi au Finsteraarhorn, au Mont-Blanc, distants respectivement de 118, 135, 240 kilomètres. En douze années d'observations, la chaîne a été visible 1,126 fois, c'est-à-dire 94 fois en moyenne par an, et parmi celles-ci, elle a été visible 130 fois avec une netteté extraordinaire, c'est-à-dire 11 fois par an en moyenne. Plus des trois quarts des cas de visibilité se produisent non en des jours isolés, mais durant une série de jours successifs qui peuvent aller jusqu'à 6 et 7 et, en hiver, toujours avec un régime anticyclonique, arriver à 12 et 14 de suite.

Par cela, on voit que les journées de forte transparence de l'air ne sont rien moins que rares. Et moi-même, à l'Observatoire de Rocca di Papa, j'ai eu souvent l'occasion d'observer les monts très lointains, et parmi eux, le mont Argentario (635 mètres), près Orbetello, et l'île de Giglio, à une distance d'environ 140 kilomètres.

Dans la préface du volume III (1881, partie 1^{re}) des *Ann. dell' Ufficio Centr. Met. Ital.*, le professeur O. Tacchini rappelle que le 28 août 1881, au soir, on eut du Cimone (2 160 mètres) une magnifique vue de coucher de soleil en Toscane, avec vue particulière de Livourne, et le matin suivant un superbe panorama avec vue depuis l'Adriatique jusqu'aux Alpes, couvertes de neige, et de la Méditerranée avec vue de la Capraya, de petites îles, de la Corse jusqu'aux monts qui limitent le golfe de la Spezia.

ment notables ; on sait combien il est difficile d'exécuter une bonne photographie de monts éloignés, à cause du faible contraste de ces derniers avec le ciel. Il sera donc nécessaire de recourir à toutes les ressources de l'art photographique et de s'armer d'une persévérance à toute épreuve. Il est superflu de dire que, pour beaucoup de raisons, les mesures devront être limitées aux seuls négatifs sur lesquels on réussit plus facilement à distinguer les divers plans de montagnes, car il est bien connu que la photographie des montagnes isolées est toujours difficile à obtenir, quand on en veut tirer des positifs. Sur les négatifs, on procédera à la mesure des distances entre les points qui intéressent au moyen du même *macromicromètre* qui s'emploie dans les travaux de photographie céleste, de manière à pouvoir garantir la lecture jusqu'au millième de millimètre, bien entendu quand la netteté des contours le permet (1). On ne manquera pas d'adopter pour les négatifs des photographies bradysismiques tous les soins que l'on emploie à la conservation des négatifs des photographies stellaires, de manière qu'il soit toujours possible de faire, dans de bonnes conditions, une comparaison directe entre une photographie récente et une autre qui se rapporte à cinquante et parfois cent ans en arrière.

Pour l'étude des bradysismes, entrepris soit par la méthode des repères proposée par Grablovitz, soit au moyen de la photographie ou par n'importe quel autre système optique, il y aura toujours à lutter avec une difficulté très sérieuse et inévitable dans ce genre de recherches, je veux parler de la réfraction atmosphérique, par trop sensible, à proximité de l'horizon (2). Cette cause d'erreur serait nulle si les objets à photographier

(1) L'éminent professeur A. Riccò, directeur de l'Observatoire astro-physique de Catane, a eu, à ma prière, la courtoisie de photographier, de cette ville, la partie terminale de l'Etna, au moyen d'un téléobjectif, équivalent à un objectif de 1^m50 de longueur focale seulement, et puis de mesurer la distance au *macromicromètre*, dans le sens vertical, entre la cime de la Montagnola (projetée sur la base du cratère central de l'Etna) et le sommet de la coupole de l'Observatoire etnéen. Cinq mesures, exécutées sur le négatif, ont donné les valeurs suivantes : 2^{mm}098, 2^{mm}125, 2^{mm}113, 2^{mm}127. Ceci pourra faire apprécier la précision que l'on pourrait donner à un tel genre de mesures, en se souvenant que la Montagnola et l'Observatoire Etneo sont respectivement distants de Catane de 25 et 28 kilomètres environ et que le dénivèlement entre les deux points oscille autour de 300 mètres.

(2) Parmi les travaux publiés récemment sur l'influence de la réfraction atmosphérique, nous citons, avec plaisir, les suivants, dans lesquels les mesures sont faites d'après la méthode même conseillée par Riccò, c'est-à-dire en mesurant la distance angulaire entre l'horizon marin et le sommet des édifices qui se projettent sur la mer.

A. RICCÒ, *Sulle variazioni della rifrazione atmosferica*. (MEM. DELLA SOC. DEGLI SPETTR. ITAL., vol. XVIII, 1890. — REND. DELLA R. ACC. DEI LINCEI, 1890.)

G. SAIJA, *Sulle variazioni della rifrazione atmosferica*. (MEM. DELLA SOC. DEGLI SPETTR. ITAL., vol. XXVIII, 1899.)

V.-E. BOCCARA, *Sulle variazioni diurne della rifrazione atmosferica*. IL NUOVO CIMENSO, ser. V, t. II, settembre 1904, p. 204.

étaient situés sur la même visée et à la même distance; mais dans notre cas, si la première de ces conditions subsiste sensiblement, on ne peut en dire autant de la seconde, et, malheureusement, comme on le sait, les variations du *coefficient de réfraction atmosphérique* sont très sensibles durant les mêmes heures de la journée. De quelques mesures exécutées à Rome par l'éminent professeur V. Reina, il est résulté une valeur minima de 0.13 pour les heures de l'après-midi et de 0.18 pour celles du matin pour ce coefficient. Supposons que l'on veuille photographier deux points qui se trouvent à la distance de 30 et 60 kilomètres du lieu d'observation : on verrait qu'en effectuant deux mesures différentes pour l'une desquelles serait valable la valeur minima et pour l'autre la valeur maxima du coefficient en question, l'angle compris entre les deux directions apparentes serait bien de $24''$. Pour produire cette variation, il suffirait d'un déplacement en hauteur d'environ 7 mètres pour le point le plus éloigné! — Évidemment, nous nous sommes mis ici dans le cas le plus défavorable, en introduisant dans le calcul les valeurs extrêmes du coefficient de réfraction; mais ce résultat suffit pour montrer combien doit être grande la prudence dont il faut user en attribuant à des déplacements effectifs de deux points lointains les variations comprises entre l'angle de leurs visées.

Les difficultés qui se présentent donc dans ce genre de recherches sont comparables à celles que l'on rencontre quand on veut établir l'altitude d'une localité donnée au-dessus du niveau de la mer, lequel varie, comme on le sait, pour bien des causes diverses. De même qu'il est impossible d'établir l'altitude d'un lieu sans recourir au concept du niveau moyen de la mer, de même dans les observations bradysismiques dans l'intérieur des continents, il est indispensable de recourir au concept d'une réfraction atmosphérique moyenne.

De toutes manières, entre les variations apparentes continues du niveau, imputables à la réfraction atmosphérique, sur deux points éloignés, la variation d'altitude d'un ou de plusieurs des points qui forment l'objet de l'étude ne pourra manquer de se produire, si réellement elle doit avoir lieu. En fait, les variations apparentes, dues à la réfraction atmosphérique, sont irrégulières par leur nature, alors que celles dues à un bradysisme sont certainement lentes, mais agissent toujours dans le même sens, si bien qu'après un intervalle de temps suffisant, elles devront bien finir par se rendre évidentes. Ainsi, pour en donner un exemple, si avec le temps on finit par ne plus voir les cimes de quelques monts éloignés situés derrière une chaîne donnée, alors que d'autres commencent, au contraire, à se montrer, dont on n'avait pas eu de traces sur les photographies plus anciennes, il est de toute nécessité de s'incliner devant l'évidence des faits et d'admettre qu'il y a effectivement un déplacement relatif entre le lieu d'observation et un ou plusieurs points éloignés sur le même alignement.

La relation précédente a été présentée à la II^e Conférence sismologique internationale, tenue à Strasbourg du 24 au 28 juillet 1903, et a été publiée dans les comptes rendus de cette conférence (1). Mais, à ma grande surprise, j'ai constaté, il y a quelques jours, que le même sujet avait déjà été traité par l'ingénieur Francisco Salmojrighi (2), alors que je croyais être le premier à projeter l'étude des bradysismes par le moyen de la photographie. A ce propos, il m'est agréable de me reporter à cette fin de la belle monographie de l'ingénieur Salmojrighi, citée tout à l'heure et qui s'applique à moi dans le cas présent : « Je ne sais si l'idée, » que j'ai exposée, de faire concourir les photographies, qu'on fait au » cours d'excursions, à l'étude des bradysismes dans les montagnes, et » de substituer ainsi un document graphique certain à la tradition, peu » sûre, des perspectives modifiées, je ne sais, dis-je, si cette idée a été » exprimée par d'autres avant moi. C'est probable; je ne suis pas au » courant de la littérature alpestre étrangère, et quelque article des publi- » cations de notre Club a pu m'échapper. Que celui qui est sans péché me » jette la première pierre. Mais, peu importe que l'idée soit neuve ou non; » l'important est qu'elle soit efficace et vraiment pratique. Sur ceci, je » puis me faire des illusions, car il y a longtemps qu'elle est fixée dans » mon esprit; on pourra, en l'examinant comme une chose nouvelle, en » entrevoir, du premier coup, le côté faible. C'est pour cela que je l'ai » exposée à mes collègues du C. A. I. »

Quoi qu'il en soit, ma note aura eu, au moins, le résultat d'attirer de nouveau l'attention des géodésiens et de ceux qui s'intéressent à la physique terrestre sur une question de grand intérêt, tout en ne me dis-

(1) *Comptes rendus des séances de la deuxième Conférence sismologique internationale, réunie à Strasbourg du 24 au 28 juillet 1903, rédigés par le secrétaire de la Conférence, Prof.-Dr. Emil. Rudolph.* Annexe C. Mémoires, p. 336. — *Ergänzungsband II zu Beiträge zur Geophysik*, herausgegeben von G. Gerland. Leipzig, 1904.

(2) F. SALMOJRIGHI, *I bradisismi in montagna e la fotografia*. (BULL. DEL CLUB ALPINO ITALIANO PER L'ANNO 1892, pubblicato per cura del Consiglio Direttivo, vol. XXVI, n° 59. Supplemento alla Rivista del C. A. I. per l'anno 1892, p. 335. Torino, 1893.)

Je dois la connaissance du très intéressant mémoire précédent à une citation que j'ai lue, par hasard, ces jours-ci, dans la relation, ayant pour titre : *I bradisismi d'Italia secondo i più recenti studi*, que l'éminent professeur A. Issel fit au deuxième *Congresso Geografico Italiano*, tenu à Rome du 22 au 27 septembre 1895. Dans cette relation se trouve justement le passage suivant : « A l'ingénieur Salmojrighi, déjà » cité, revient le mérite d'avoir proposé l'usage de la photographie comme moyen » efficace pour la démonstration des bradysismes en montagne, donnant les règles en » rapport avec le but. Je fais des vœux pour que ce moyen d'investigation, qui, d'après » lui, est en grande faveur à l'étranger, soit appliqué, sans retard, à nos montagnes. »

simulant pas les graves difficultés qui peuvent s'opposer à la bonne réussite de l'entreprise, et parmi elles l'influence très notable de la réfraction atmosphérique, sur laquelle j'ai insisté d'une manière toute particulière.

Enfin, dans ma relation se trouvent citées des observations récentes de bradysismes, spécialement en connexion possible avec des tremblements de terre d'une certaine importance.

Rocca di Papa, avril 1904.

GIOVANNI AGAMENNONE.



LES GISEMENTS DE HOUILLE ET DE SELS DE POTASSE

DE LA RIVE GAUCHE DU RHIN

ET

LES COUCHES DE MINETTE DU FORAGE DE BISLICH

PAR

SCHULZ-BRIESEN (1)

(Traduction de M. C. VAN DE WIELE.)

PLANCHE V

A l'exception d'une large bande située sur son bord Sud, le bassin houiller de la rive droite du Rhin est recouvert par les couches crétacées du bassin de Münster, épaisses d'environ 1 400 mètres. Au Nord de cette ville, jusque très loin au delà du Teutoburger Wald, on rencontre, en outre, les formations du Weald, du Jurassique, du Trias et du Zechstein.

Par contre, un coup d'œil jeté sur la planche V montre que le Houiller de la rive gauche est recouvert dans sa partie Sud par des alluvions et par du Quaternaire de 10 à 30 mètres d'épaisseur, et surtout par des dépôts tertiaires dont l'épaisseur varie entre 0 et 400 mètres. Au Nord, on voit s'interposer les couches du Trias (*Buntsandstein*), 800 mètres, et le Dyas (*Zechstein*, 350 mètres). Au Sud du bassin, l'érosion paraît avoir enlevé les couches secondaires précrétaciques, ne laissant que des couches très réduites et d'épaisseur variable. Au Nord, par contre, le Crétacé a gardé un développement considérable (400 mètres près de Goch), et

(1) *Die linksrheinischen Kohlen- und Kalisalz-Aufschlüsse und das Minettelager der Bohrung Bislich*, mit 1 Tafel, von B. SCHULZ-BRIESEN, Generaldirektor a. D., Düsseldorf. — Extr. : « Berg- und Hüttenmännischen Zeitschrift *Glückauf* », Essen-Ruhr.

surtout à l'Ouest, où le bassin atteint sa profondeur maxima. On peut conclure, de l'apparition très étendue du Crétacé entre Liège et Maestricht, et aussi au Nord-Ouest d'Aix-la-Chapelle, que la rive gauche du Rhin présentait, avant l'époque tertiaire, un recouvrement épais de Crétacé. J'ai déjà esquissé le delta tertiaire et post-tertiaire du Rhin et de la Meuse dans mon travail sur les couches de recouvrement du bassin houiller westphalien rhénan.

L'esquisse cartographique de la planche V a été dessinée sans tenir compte des couches quaternaires et tertiaires, afin de montrer le relèvement des couches houillères sur une ligne qui passe par Maestricht, Visé et Liège d'un côté, et de l'autre par Aix-la-Chapelle, Eschweiler, Juliers, Dülken, Crefeld, Uerdingen et Kettwig. Le géomètre Wachholder a très bien décrit cette disposition des couches houillères, dans un travail qu'il a communiqué au Congrès minier de Dortmund. La carte de la planche V indique également la distribution du Crétacé. A l'Ouest de Visé, on a signalé le relèvement en dos d'âne du Devonien et du Cambrien; de même celui situé au Sud d'Aix-la-Chapelle, qui a reçu le nom de Hautes Fagnes. Celles-ci ont une longueur de 80 kilomètres et une largeur de 27 kilomètres; leur direction est Nord-Est. Les roches qui en constituent le sol sont les phyllites, moins âgées, comme on le sait, que les schistes micacés et les gneiss. Le soulèvement remonte à une action volcanique ancienne, en rapport avec les éruptions de porphyre et de diabase, qui présentent une grande extension dans le Sauerland et la Westphalie. Leur direction correspond à celle des Hautes Fagnes; elles ont relevé le Devonien sur la rive droite du Rhin et aussi sur la rive gauche.

D'autres auteurs attribuent ce relèvement à un plissement très accentué. Il convient de signaler que, sur le bord Sud des Hautes Fagnes, on rencontre un îlot de Buntsandstein. Celui-ci est largement représenté dans l'Eifel; entre Eschweiler et Crefeld, il a été enlevé par la mer crétacée, mais plus au Nord, et bien au delà du Weser, jusqu'au Teutoburger Wald, et sur la plaine baltique, on retrouve le Trias, qui constitue une des couches de recouvrement du Houiller.

Les forages représentés sur la carte par de petits cercles s'étendent depuis la Campine, par Sittard, Heerlen et Kerkrade, jusqu'au territoire hollandais.

Tous les autres forages sont situés en Prusse et suivent la limite du Houiller en passant vers le Nord par Siersdorf, Schleiden, Erkelenz, et puis au Nord-Ouest par Arsbeck-Kruechten, jusqu'à la frontière hollandaise.

Entre Dülken et Gelderen, le Houiller suit une courbe aiguë vers le Sud-Est. A Crefeld, on a rencontré le Devonien sous un recouvrement de 200 mètres de Tertiaire. Plus au Nord, le Houiller suit une inclinaison régulière, et au Nord du Rhin on le rencontre à 1 200 ou 1 300 mètres de

profondeur. La Compagnie Solvay s'est réservé l'exploitation du district situé entre Rheinberg et Xanten, tandis que Thyssen, qui a surtout exploité la rive droite du Rhin, située entre Dinslaken et Dorsten, a étendu ses forages au Nord du Rhin et de la Lippe. Il reste à signaler quelques forages près de Kevelaer et de Gelderen. Nous développerons les résultats scientifiques fournis par ces entreprises industrielles en étudiant les profils. On a signalé sur la carte (pl. V) les lignes d'égale épaisseur des couches de recouvrement; au Nord-Est, celles de 200, 500 et 1 000 mètres; en Campine, la ligne de profondeur de 500 mètres atteignant le Houiller; enfin des lignes en gros pointillé (-----) indiquent le passage des profils accompagnant la carte.

En outre, nous avons figuré le relèvement de cinq sondages, dont deux, ceux de Flüren et Bislich, ont rencontré les couches de minerais de fer du Lias et qui représentent les gisements salifères du Zechstein sur une échelle très apparente.

Donnons quelques notes historiques sur les premières recherches qui ont été faites sur la rive gauche du Rhin.

Déjà vers le milieu du siècle dernier, on savait que le bassin houiller westphalien rhénan se continuait sur la rive gauche du Rhin. En 1857, le Geh. Kommerzienrath Franz Haniel, de Ruhrort, recevait une concession minière de 95 millions de mètres carrés, que nous avons reproduite sur la carte. Les travaux furent commencés la même année, et ils constituent aujourd'hui l'exploitation minière connue sous le nom de Rheinpreussen, située dans la partie Sud-Est de ce district, près de Homberg, non loin du Rhin.

Quoique l'épaisseur des morts-terrains, constitués par du Tertiaire et du Quaternaire, ne dépassât pas 200 mètres, la technique du creusement de la fosse était encore si imparfaite que l'entreprise faillit être abandonnée, et ce ne fut que grâce à la détermination de la famille Haniel, et surtout à l'esprit entreprenant du Geheimrath Hugo Haniel, le premier président de la Société minière, que l'œuvre fut menée à bonne fin. Mais il fallut attendre une trentaine d'années avant que l'entreprise ne donnât des résultats pécuniaires.

De nos jours, on extrait annuellement, par les trois puits qui ont été creusés jusqu'ici, plus d'un million de tonnes de houille. De nouveaux puits en voie de creusement permettront de développer encore l'extraction.

L'exploitation s'est vu fixer, par le Syndicat charbonnier rhénan-westphalien, jusqu'à 3 millions de tonnes annuellement pour un terme de cinq années.

Ce ne fut qu'au commencement des années 70 du siècle dernier que l'esprit d'entreprise suivit l'exemple des concessionnaires de Rheinpreussen. Je joins la liste des sondages exécutés dans ces régions.

N°	N O M de la société d'entreprise.	ENDROIT du sondage.	Profondeur.	Épaisseur des couches de recouvrement tertiaires et post-tertiaires.	Dépenses. Marks.	Perdus ou abandonnés.	Arrêtés.	Trouvés.	Encore en exploitation.
1	Carl der Grosse . .	Straelen. . . .	93	93	24 000	1	—	—	
2	Fürst Hohenzollern	Wachlendone.	75	75	18 900	—	1	—	
3	Herzog Rudolf. . .	Idem	390	279	72 000	—	—	—	1
4	Dechen	Geldern	300	300	81 000	—	—	—	1
5	Vulcan	Saalfhoff. . . .	300	300	75 000	—	—	—	1
6	Niederstein	Issum	67	67	42 000	1	—	—	—
7	Sirius	Vluyn	382	233	116 000	—	—	1	—
8	Tellus I	Rumeln	255	171	69 000	—	—	1	—
9	Berggeist I.	Tönnisberg. . .	272	272	78 000	—	—	—	1
10	Berggeist II	Aldekerk	152	152	33 000	—	1	—	—
11	Barbarossa I. . . .	Sevelen	260	260	75 000	—	—	—	1
12	Barbarossa II . . .	Idem	94	94	25 000	—	1	—	—
13	Ruhrort	Winkel b. Mörs	272	272	122 400	—	—	—	1
					831 300	2	3	2	6

sur 88 m.
de craie.

Il faut surtout relever le coût très élevé des sondages occasionné par la nature des terrains à traverser et par l'état peu perfectionné de la technique. On signale dans le profil (pl. V) les sondages nos 7 et 8, qui ont abouti.

De 1875 à 1885, les sondages subirent un temps d'arrêt sur la rive gauche du Rhin, mais à partir de cette époque, l'activité se réveille et devient fiévreuse vers les 90, d'abord sur la rive droite, au Nord de l'Emscher, puis sur le territoire hollandais au Nord d'Aix-la-Chapelle. Vers la fin du siècle, sous la direction de la Société internationale de sondage, les recherches furent poussées très activement, près d'Erkelenz, Siersdorf, Schleiden et Wildenrath, ainsi que dans la Campine belge, où la Société atteignit en premier lieu le Houiller près d'Asch. Le résultat de cette découverte fit redoubler les entreprises de sondage sur toute la ligne qui s'étend depuis Anvers jusque Maestricht, sur une étendue de 77 kilomètres. Plus de cinquante sondages furent pratiqués avec plus ou moins de succès (voir la liste dans mon travail dans *Glückauf*, n° 37, année 1903). Presque en même temps, on reprit les sondages au Nord de

la concession Rheinpreussen, d'abord par le consortium Stein, dont les concessions passèrent, en l'année 1903, à la Société minière Nordstern, qui en commença l'exploitation.

La région située au Nord de ces exploitations jusqu'au delà de la courbe occidentale du Rhin, près de Wesel, fut acquise par la section allemande de l'entreprise Solvay, après l'exécution de dix-huit sondages. Plus au Nord encore, au delà du Rhin, Thyssen, en collaboration avec la Société Lubisch, a découvert de nombreux gisements, qui lui ont valu le monopole minier sur une grande étendue. L'entreprise dirige actuellement encore cinq batteries de sondage.

Grâce à ces nombreuses déterminations de gîtes houillers, qui indiquent, dans un rayon de 30 kilomètres, l'allure du Houiller sous le Tertiaire, la constitution géologique des couches sédimentaires de la rive gauche du Rhin est devenue très claire, et à l'aide de profils, on peut, avec une très grande probabilité, indiquer les allures des terrains profonds dans la partie de la Hollande située plus au Nord, entre la Meuse à l'Est, Helmont, Eindhoven et Tilburg à l'Ouest. Dans cette région, le Tertiaire atteint vers le Sud l'épaisseur de 500 mètres, puis on trouve un bassin de Crétacé, épais de plus de 700 mètres et reposant probablement directement sur le Houiller, de sorte que le Trias et le Zechstein, qui à Wesel présentent encore un développement remarquable, font ici totalement défaut. Cette conclusion est déduite des résultats du sondage de Goch (voir profil longitudinal, pl. IV) et du sondage de Kessel, près d'Anvers.

Ce bassin crétacé du territoire hollandais est le pendant de celui du pays de Münster. A l'Ouest, le Crétacé est relevé, vers la surface sur la ligne Anvers-Hérenthals, par un bombement du Devonien, constaté par le sondage de Kessel. On y a traversé 610 mètres de Tertiaire et Crétacé, puis 40 mètres de calcaire carbonifère, pour atteindre le Devonien. A l'Ouest, 150 kilomètres plus loin, dans le voisinage de Xanten, le bassin crétacé finit sous environ 400 mètres de Tertiaire, par suite d'un relèvement analogue des couches secondaires et primaires, que l'on a constaté, à 46 mètres au Nord de Wesel, par le sondage de Vreden. A partir de ce point s'étend vers l'Est, dans la direction Münster-Lippstadt, le bassin crétacé de la Westphalie, qui atteint à Münster sa plus grande profondeur à 1 400 mètres, et reparait au jour sur la ligne Driburg-Wilibadessen, où se trouve également un relèvement des couches plus anciennes, ou un plissement de l'ensemble des couches.

I. — Recherches dans la province du Limbourg hollandais.

On y a exécuté trente-huit sondages. Près de Kerkrade, au Nord de Kohlscheid, à Kerkrade même, on trouva le Houiller à 20 mètres de profondeur, et plus au Nord à 100 mètres, près de Simpelfeld à 127 mètres,

près de Klimmen à 150-203 mètres, près de Heerlen à 50-200 mètres, près de Ubach à 260 mètres, et près de Winandsrade à 190 mètres. Ces constatations nous donnent une idée de la descente du Houiller au Nord du bassin de la Wurm. La surface est ondulée, car on a rencontré le Houiller entre les cotes — 151 et + 116 au-dessus du 0° d'Amsterdam. Au sondage de Winandsrade, qui est parti de la cote + 72 (AP), on a d'abord traversé 25 mètres de limon, argile et graviers, puis du limon gris bleuâtre avec septaria ferrugineux, puis du limon gris verdâtre avec beaucoup de fossiles, des silex et des paillettes de mica sur une profondeur de 54^m37, puis 6 mètres de lignites avec pyrites, et sous celles-ci, des marnes calcaires avec silex et fossiles, avec des sables gris clairs, ou verdâtres marneux. A la profondeur de 189 mètres, on a rencontré le Houiller, et en le traversant jusque 247 mètres, six couches (houille grasse) de 0^m24, 0^m06, 0^m25, 0^m40, 0^m53 et 0^m99 d'épaisseur.

La constitution des recouvrements tertiaires et post-tertiaires est partout la même, et il est inutile d'y insister. Nous citerons seulement le sondage de Klimmen et celui de Nieuwenhofen.

Dans le premier, on a trouvé 4 mètres de terre arable, puis 41^m4 de sable argileux grisâtre ou bleuâtre, puis 199 mètres de calcaire blanc ou verdâtre avec sables et silex, puis, jusqu'au mètre 203.4, de l'argile et du sable avec pyrite. A cette profondeur, on a rencontré le Houiller, dont la couche principale, située à 218^m4, a une épaisseur de 1^m24. Il est probable que le calcaire appartient au Crétacé, que l'érosion tertiaire a respecté ici en partie. Au sondage de Nieuwenhofen, on a trouvé aussi 14 mètres de limon, gravier et sable, appartenant aux terrains récents et quaternaires, puis jusqu'au Houiller, qu'on a rencontré à 119^m42, des argiles tertiaires, renfermant à la profondeur de 95^m2 un gisement de lignite de 4^m71 d'épaisseur.

Cette région renferme les champs d'exploitation Honigmann, les mines domaniales de l'État hollandais à l'Ouest d'Herzogenrath et d'autres exploitations minières appartenant à des compagnies hollandaises. Au Nord de celle-ci, jusque Sittard, s'étend un district long de 17 kilomètres sur 5 kilomètres de large, qui a été reconnu par quatre sociétés de sondage allemandes, depuis 1896 jusque 1900. Ce sont : Limburg, Glückauf, Union, Wilhelminenglück. Il y eut quinze sondages, dont les moyennes de profondeur respectives furent 440, 325, 580 et 390 mètres, et on trouva quatorze, dix-huit, cinq et huit couches de houille. Je ne connais pas les tableaux de sondage, mais il faut admettre que les couches de recouvrement sont ici les mêmes que dans la région dont il a été question plus haut. L'ensemble des frais de sondage s'est élevé à 1 million de francs.

La loi minière hollandaise, conforme à la loi française, promulguée le 21 avril 1810, reconnaît à celui qui découvre le gisement un droit conditionnel à la concession de l'exploitation minière. Celle-ci était déjà com-

plètement en marche, lorsque le Parlement hollandais, sur la proposition du Gouvernement, décida l'exploitation des dits terrains, et d'autres, par l'État sur une étendue d'environ 180 kilomètres carrés. Les négociations entre les sociétés minières et le Gouvernement, pour fixer le chiffre des indemnités qui leur sont dues, ne sont pas encore terminées, et il est probable qu'elles donneront lieu à un procès.

II. — Découvertes au Nord d'Eschweiler, près de Siersdorf et Erkelenz.

A l'Est de la région de Sittard-Heerlen, dont nous venons de nous occuper, on a pratiqué un grand nombre de sondages sur une ligne de 40 kilomètres, allant du Sud au Nord, le long de la ligne suivant laquelle le Houiller s'enfonce sous les couches plus récentes.

Onze de ceux-ci ont été reportés sur le profil Eschweiler-Xanten. Je dispose de vingt tableaux de sondage ; je les ai réunis en quatre groupes. Parmi ceux situés au Sud de Siersdorf, j'ai choisi celui de cette localité et celui de Hohenbusch, près Schleiden. Le Tertiaire présentait ici une épaisseur de 492^m70, puis 65 mètres de Crétacé reposaient directement sur le Houiller à la profondeur de 557^m70, et le sondage fut continué jusque 565 mètres, ce qui permit de traverser six couches de houille de 0^m20, 0^m47, 1^m71, 1^m75, 1^m50 et 0^m75, inclinées de 12° (charbons à longue flamme).

Plus au Nord (groupe II), à l'Ouest et au Sud-Ouest de Erkelenz, le Houiller se relève et fut atteint à 180 mètres sous 160 mètres de Tertiaire et 20 mètres de craie. Au sondage le plus méridional (Honigmann, S. III), le Houiller redescend à 370 mètres, et ici, entre le Tertiaire et le Houiller, on ne trouve que 10 mètres de Crétacé. A 375 mètres, on trouve une couche de houille de 1 mètre d'épaisseur.

Au Sud-Est de la ligne de Baal-Kuckhoven, où se trouvent les cinq sondages de l'exploitation Rombach (groupe III), le sondage n° I rencontre le Houiller à 407 mètres, n° II à 563 mètres, n° III à 444 mètres, n° IV à 427 mètres, n° V à 463 mètres. L'épaisseur du Crétacé varie de 83 mètres à 8 mètres, 104 mètres, 67 mètres et 1^m5. L'épaisseur des couches de houille est de 0^m65, 1^m0, 0^m80, 0^m70 et 1^m15.

A douze kilomètres au Nord-Ouest d'Erkelenz se trouvent les cinq sondages Tamen, qui atteignent le Houiller à 484^m50, 471^m90, 446^m8, 519^m0 et 420^m2. L'épaisseur du Crétacé s'élève à 86^m30, 71^m50, 106^m8, 24^m7 et 42^m20. Tamen I présente deux couches de houille de 1^m20 et 0^m40. Tamen II pénètre le Houiller jusqu'à 638^m65 et atteint six couches, 0^m90, 0^m55, 0^m75, 0^m80 et 0^m20, donnant du charbon à flamme longue. L'incliné fut fixée à 12°. Tamen III présente une couche de houille de 0^m65. Tamen IV, une couche de 0^m10 et une seconde de 0^m85. Le pendage était

de 72°, les charbons étaient maigres. Tamen V atteint à 27 mètres de profondeur dans le Houiller une couche de 0^m56. Profondeur 420^m20. Pendage : 12°. Charbons à coke.

III. — Le relèvement du Devonien entre Crefeld et Gladbach.

La disposition du Houiller sous le Tertiaire nous a permis de nous faire une idée de la façon dont le Devonien paraît au jour avec ses trois étages sur la rive droite du Rhin, et un coup d'œil jeté sur la carte nous indiquera immédiatement la situation. On peut se demander, mais jusqu'ici la solution n'est pas fournie, si le Devonien continue à se présenter en dos d'âne plus au Nord vers la Hollande. A l'Est d'Anvers, on a rencontré le Devonien à 650 mètres de profondeur, et il est probable que ce relèvement continue vers l'Est en se dirigeant vers la Hollande, de sorte que l'on pourrait admettre que le Houiller n'est pas situé de ce côté aussi profondément que le feraient supposer les sondages au Nord de Wesel, où le Devonien est probablement situé à 3 000 mètres de profondeur.

IV. — Les gisements au Nord de Crefeld, entre la Meuse et le Rhin, entre Xanten et Wesel.

Le profil entre Eschweiler et Crefeld ne peut être considéré comme une coupe transversale du Houiller, pas plus que pour le Tertiaire, et nous avons, à partir de Crefeld, une section de profil angulaire du Houiller, du Trias et du Dyas, de même que pour le Tertiaire, dont le profil suit le bord oriental à une distance de 25 à 30 kilomètres. Au Nord de Crefeld, le Houiller a sa limite dirigée parallèlement à la direction des couches du Primaire. Mais à partir de Rheinhausen, la limite du Houiller se recourbe en axe vers le Sud-Est.

Au Nord de Crefeld, le Houiller se trouve, sur une étendue de 5 kilomètres environ, directement sous le Tertiaire; ce n'est qu'à partir des sondages Tellus et Sirius que le Trias se rencontre de nouveau. On a vu plus haut que le Houiller a été rencontré à 255 mètres près de Rümeln, à 382 mètres près de Vluyn. Le Diluvium et le Tertiaire avaient ici une épaisseur de 171 à 233 mètres.

A l'Est de la ligne de profil se trouve le district minier de Rheinpreussen; sur la ligne elle-même, nous rencontrons les sondages du consortium Stein, lssum I-IV exécutés en 1898. Au sondage I, on a rencontré 33^m5 de limon, argile, sable et gravier, que l'on peut rapporter au Quaternaire et aux terrains récents, puis 230 mètres d'argile sableuse du Tertiaire, puis 486 mètres d'argile, grès rouge et marnes du Trias, avec intercalations de gypse et d'anhydrite, et, en dessous, 38 mètres de schiste

avec gypse, commencement du Dyas (Zechstein). Le terrain houiller a été rencontré à 526^m18 et puis une couche de houille de 1^m26.

Les mêmes conditions se sont présentées au sondage II. A 451 mètres, on a rencontré des sources salifères ; à 489 mètres, le Houiller, qui présentait au mètre 649 une couche de houille de 1^m16 d'épaisseur.

A environ 12 kilomètres à l'Ouest existent encore quelques sondages, près de Geldern-Kevelaer, qui ont atteint le Houiller à 330, 450 et 630 mètres.

Enfin, plus loin, au Sud et au Sud-Est de Vluyn, près Lauersfort, Oestrum, Fündrich et Rheinhausen, le Houiller a été atteint entre 81 et 181 mètres. La houille était maigre et se présentait en couches minces. La Société minière Nordstern occupe le carré situé entre la frontière au Nord de Rheinpreussen et le Rhin, entre Orsoy et Rheinberg. Les résultats des sondages ne me sont pas connus, mais il est permis de conclure de ce qui précède, que les terrains de recouvrement, consistant en Tertiaire, Trias et Permien, auront une épaisseur qui peut varier entre 500 et 600 mètres.

Nous arrivons maintenant plus au Nord, dans le district situé dans la courbe du Rhin, entre Wesel et Xanten, dont il a été question dans un travail antérieur, à propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XVIII, 1904); on y trouvera le tableau de sondage de Xanten, Beck, Veen et Menzelen ; le dernier a été reproduit ici.

La compagnie Solvay a exécuté dix-huit sondages ; je dispose du tableau de neuf de ces sondages, et la profondeur du Houiller ainsi que l'épaisseur des couches de sel me sont connues pour les autres ; j'ai renseigné les premiers sur les profils, et pour les autres, le Houiller a été rencontré à 650 jusque 1 000 mètres correspondant à la position plus ou moins septentrionale des sondages.

Les gisements salifères ne font défaut que dans trois sondages, mais pour les autres on a rencontré des épaisseurs de 250, 50, 100, 132, 250 et 88 mètres à une profondeur moyenne de 600-700 mètres.

La découverte de sels de potasse dans ces couches salifères provoqua beaucoup d'intérêt, parce qu'on s'était habitué à l'idée que ces sels ne se rencontraient qu'au Nord du Harz, en Thuringue, dans le Hanovre et le Mecklembourg. Je ne possède les analyses des couches salifères que pour les sondages Thyssen, et je les communiquerai plus bas.

Il convient surtout de signaler la régularité extraordinaire de ces gisements ainsi que la constance de leur épaisseur, tandis que l'on est frappé par les plissements et les chevauchements des couches secondaires inférieures et des couches primaires dans le voisinage des Hautes Fagnes. Si l'on étudie la disposition des couches sédimentaires dans les bassins de Liège, d'Aix-la-Chapelle et d'Eschweiler, on constate partout des redressements, des angles de fracture, des chevauchements, que l'on ne

peut s'expliquer que par l'action de forces plutoniques dans le voisinage. Quoique les roches plutoniques ne soient pas arrivées au jour, elles ont soulevé et redressé les roches sédimentaires les plus anciennes. L'auteur, toutefois, n'ignore pas que la géologie moderne attribue à la contraction des couches superficielles du globe, plutôt qu'aux forces plutoniques et volcaniques, les plissements et les chevauchements des couches sédimentaires.

V. — Les découvertes au Nord du Rhin, près de Bislich, Flüren, Wesel-Au et au delà.

Le centre de ces sondages se trouve près de Bislich, Flüren, Wesel-Au, et j'ai réuni ceux-ci sur le profil aux sondages situés plus au Sud.

Le profil Goch, Bislich, Schermbeck montre : 1° l'enfoncement oriental du grand bassin tertiaire affleurant à Dorsten, et atteignant 400 mètres d'épaisseur à Goch, 50 kilomètres plus à l'Ouest ; 2° l'approfondissement en sens inverse des deux bassins crétacés, celui du Münsterland à l'Est et celui de la Hollande septentrionale à l'Ouest. Le premier a son niveau le plus bas à Münster, à — 1 400 mètres, l'autre n'est guère connu au delà de la limite du profil, mais atteint probablement la même profondeur ; 3° la constatation que le Zechstein et le Trias ont occupé autrefois l'espace occupé aujourd'hui par le Crétacé.

Ces profils nous montrent parfaitement la régularité des couches post-carbonifères. Dans toute l'étendue de leur direction, qui occupe 60 kilomètres, on n'a pu constater ni une irrégularité ni une ondulation des couches ; et de même les couches sédimentaires plus anciennes, pour autant qu'on les ait rencontrées, ne présentent pas non plus de plissement prononcé.

Les sondages importants de Flüren et Bislich ont été représentés, d'après les déterminations exactes des carottes de sondage, par le géologue officiel, M. le Dr Müller.

Le profil transversal Veen-Bislich montre la descente graduelle de la surface du Houiller vers le Nord, tandis que les couches tertiaires sont restées horizontales.

Le Zechstein devient plus épais vers le Nord, alors que près de Veen les dépôts salifères ne se rencontrent pas encore ; ceux-ci atteignent déjà une épaisseur de 120 mètres près de Berten, n° VII. Il est vrai que cette épaisseur retombe à 66 mètres près de Xanten, n° VIII.

Le sondage de Bislich n'a fait jusqu'ici que rencontrer les gisements salifères, mais d'après le profil suivant, il est probable que l'épaisseur augmente ici jusque 170 mètres.

Le profil Xanten IX-Wesel-Au représente une partie de la coupe longitudinale Goch-Schermbeck. Au voisinage de Schermbeck-Dorsten, on n'a pas rencontré le sel du Zechstein ; de sorte que ces dépôts ont ici, dans la

direction des couches, une étendue de 18 kilomètres. Dans le sens transversal, l'étendue doit être beaucoup plus considérable ; mais à cause de la profondeur et des difficultés techniques, l'exploitation en sera très difficile.

Le grand profil transversal représente les sondages Veen-Bislich, mis en regard de ceux au Sud de Crefeld. Il nous donne une bonne idée de la régularité des couches sédimentaires dans la plaine du Bas-Rhin, où les couches post-carbonifères se présentent dans leur disposition naturelle.

Nous retrouverions la même disposition dans le bassin de Münster, si le soulèvement du Teutoburger Wald n'avait rompu la régularité des couches sur une grande étendue.

Pour finir, donnons quelques détails sur les découvertes au Nord de la ligne Goch-Schermbek, avant de passer aux dépôts de minette et aux sels de potasse.

Au sondage de Diersfort, on n'a pas trouvé de trace de minette. Je n'ai pas de renseignements au sujet des sondages situés à 7-12 kilomètres au Nord-Ouest de Bislich ; il est probable cependant que les détails coïncident avec ceux des sondages situés au Sud, et qu'ils ont rencontré le Houiller à 1 400 mètres.

Mais il a été pratiqué des sondages encore plus au Nord, comme je l'ai indiqué dans un autre travail. Ils sont situés à 41 et 53 kilomètres au Nord de Dorsten-Schermbek, près de Vreden, non loin de Stadtlohn, et à Metelen, entre Gronau et Burgsteinfurt. Dans aucun des deux, on n'a atteint le Houiller ; cependant, ils nous fournissent des renseignements sur l'extension des dépôts salifères dans la direction septentrionale du bassin rhénan. On y a rencontré deux gisements de sel, l'un de 7 mètres d'épaisseur à 996 mètres, et l'autre de 103 mètres d'épaisseur à 1 091 mètres. Dans ce dernier, on a reconnu la présence des sels de potasse. Le sondage de Vreden a montré l'existence d'un rehaussement des couches anciennes en forme de selle avec un relèvement qui peut s'élever à 1 500 mètres.

Entre Vreden et le Teutoburger Wald, il existe un bassin profond où le Crétacé a plus de 1 000 mètres d'épaisseur, reconnu par le sondage de Metelen, arrêté après avoir traversé une épaisseur de 900 mètres de Crétacé. On sait que le Carbonifère reparait au jour dans le Teutoburger Wald. Il convient encore de signaler qu'au sondage de Vreden, on a rencontré à la profondeur de 392^m4 une couche de sel gemme très clair, donc à 700 mètres au-dessus du gisement principal du Zechstein. M. le Dr Müller donne, dans le *Zeitschrift für praktische Geologie*, Heft 12, 1904, le profil suivant :

0 — 82 Quaternaire et Tertiaire.
— 117 Wealdien.
— 174 Lias.
— 212 Muschelkalk inférieur.
— 418 Röt.

— 680 Buntsandstein moyen.
— 960 Buntsandstein inférieur.
— 1174 Zechstein supérieur.
— 1231 Zechstein inférieur.

Il pense que l'on était arrivé très près du Houiller lorsque le sondage a été arrêté (voir : *Les terrains de recouvrement du bassin houiller rhénan-westphalien*).

Les gisements de minerais de fer à Bislich et la zone des sels de potasse indiquée par ce sondage ainsi que par celui de Flüren et Wesel-Au.

Ce fut une surprise pour le sondeur du forage de Bislich, lorsque, après avoir traversé le Tertiaire sur une épaisseur de 314 mètres, il rencontra des couches, qui ne paraissaient pas appartenir au Buntsandstein, formées par un grès grisâtre résistant, puis par des marnes gris bleuâtre, d'abord stratifiées, puis compactes. Mais la surprise augmenta encore lorsque la sonde ramena, de la profondeur de 471 mètres, des minerais de limonite sur une épaisseur de 10 mètres. Le sondage continua pendant 150 mètres à travers ces couches et atteignit, enfin, le Buntsandstein.

L'examen détaillé pratiqué par le géologue officiel montre la présence de nombreux fossiles appartenant au Lias, et la nature du minerai indiquait une parenté très rapprochée de celle de la minette du Luxembourg et de la Lorraine. Il faut reconnaître toutefois que cette dernière se rencontre surtout dans les couches supérieures du Dogger.

Ces découvertes donnèrent lieu à des sondages concurrents en vue de partager le gâteau. Malheureusement, on s'aperçut qu'on avait eu affaire à un bassin très étroit de dépôts liasiques, présentant tout au plus une surface de 150 000 kilomètres carrés. En admettant une proportion de 80 % de matières exploitables, leur ensemble pourrait s'élever à 3 millions de tonnes.

On peut s'expliquer très facilement, par l'érosion fluviale qui a duré depuis la période devonienne, la formation d'un bassin dans les couches du Trias, sous la vallée du Rhin. Celui-ci fut envahi plus tard par la mer liasique, qui le combla sur une épaisseur de 140 mètres, et c'est dans le bassin lacustre ainsi formé que se déposèrent les minerais de fer sur une épaisseur de 10 mètres, et même davantage, si nous admettons qu'une partie de ceux-ci fut enlevée plus tard. Si le bassin avait été comblé complètement, nous y trouverions peut-être maintenant des couches de houille, comme dans le Banat de Hongrie, près de Steierdorf et Reschisza, à Fünfkirchen et ailleurs. Dans la Virginie, on rencontre, près de Richmond, une couche de houille liasique épaisse de 10 à 12 mètres, qui d'après Lyell n'est pas inférieure à la houille de Newcastle, mais constituée par d'autres plantes que celles de la houille paléozoïque.

Une communication du Dr O. Lang dans les numéros 28 et 29 de la revue *Glückauf*, 1903, expose la théorie de l'ingénieur français F. Vilain,

qui explique la formation de la minette dans le bassin lorrain luxembourgeois (*Le gisement des minerais de fer oolithiques*, ANNALES DES MINES, 1892). Vilain, d'accord avec Braconier, attribue leur dépôt à la présence d'eaux chaudes ferrugineuses carbonatées, qui auraient surgi par les failles que l'on rencontre en grand nombre dans ces terrains et y auraient préexisté au dépôt de ces minerais. Le Dr Lang expose les nombreuses contradictions que cette théorie présente avec les faits tels qu'on les connaît, et n'admettant pas une origine primaire pour ces minerais, il ne peut donc se rallier à la théorie de Vilain.

Le minerai de fer de Bislich présente une constitution chimique analogue à celle de la minette luxembourgeoise, avec la même structure oolithique et les mêmes caractères extérieurs.

Minerais de fer de Bislich.

	Dr LEHNKERING.		Dr LANGE.
	Minerai vert et brun.	Minerai brun seul.	Hanovre.
Fe	32 29	30.36	31.95
P.	0.55	0.52	0 60
CaO	11.44	11.04	11.15
CaCO ₃	—	—	—
P ₂ O ₅	2.21	2 09	1.33
MgO	0.31	0.41	0.59
SiO ₂	7.46	9.10	11.55
Al ₂ O ₃	7.59	8.34	8.15

Il faut toutefois reconnaître que ce gîte de minerai de fer présente plus d'intérêt pour les géologues que pour les industriels, étant donnée sa faible étendue.

Pour revenir aux sondages de Bislich, on rencontra la base du Buntsandstein à 630 mètres, et à 735 mètres, au niveau correspondant à celui de Flüren et Wesel-Au, on entra dans le Zechstein. De même qu'à Xanten XIII, sur l'autre rive du Rhin, on rencontre ici les couches de sels à la profondeur de 870 mètres, d'abord un banc de 10 mètres de chlorure de

sodium très mélangé, puis la zone des sels de potasse, et on ne tarda pas à arrêter le sondage. Il est probable cependant qu'ici, de même qu'à Flüren, l'épaisseur de ce banc atteint 40 mètres.

Une vingtaine d'analyses de carottes de sondages du banc de chlorure de sodium, pratiquées au laboratoire du Dr Lang, donnèrent une moyenne de 11 %, avec une variation de 8 à 16 %.

Une analyse des sels de potasse fournit le tableau suivant :

Chlorure de potassium	19.50 %
Chlorure de sodium	11.80 »
— de magnésium	23.75 »
Sulfate de magnésium	14.20 »
— de calcium	0.24 »
Extrait insoluble	0.64 »
Eau	29.45 »

L'ingénieur minier ne peut se dissimuler que l'exploitation de ces gisements et des couches de houille situées en dessous se rangera parmi les travaux les plus difficiles que la technique des mines ait rencontrés jusqu'ici. Il faudra traverser 300 mètres de Tertiaire, 600 mètres de Buntsandstein et 300 mètres de Zechstein. Malgré les progrès de la technique dans ces quinze dernières années, elle se trouve ici devant des difficultés presque impossibles à surmonter, et il lui faudra perfectionner ses méthodes et en inventer de nouvelles.

Pour rédiger ce travail, j'ai eu à ma disposition des communications plus complètes que pour le travail précédent : *Les terrains de recouvrement du bassin houiller westphalien-rhénan*. J'en profiterai pour signaler quelques erreurs qui s'y sont glissées et que des faits récents sont venus corriger. Dans les profils II et III, j'ai admis que la limite du Trias dans la partie septentrionale du bassin crétacé passe au Sud de Münster. Dans son travail de 1895 (*Glückauf*, n^{os} 8 et 9), M. Léon Cremer avait étendu la limite du Trias et du Jurassique jusqu'au delà de Lippe vers le Sud, et il arrivait ainsi pour l'ensemble des couches de recouvrement à une épaisseur de 5 000 à 6 000 mètres. J'ai cru pouvoir réduire celle-ci à 2 200-2 400, et j'estimais l'épaisseur de la craie à 1 200 mètres et celle du Trias à 1 000 mètres. Si, au lieu d'admettre un deuxième plissement, j'avais seulement admis un simple plissement à partir d'Ibbenbüren, je serais arrivé à une estimation assez exacte, car à Loddeneheide, près de Münster, on a rencontré le Houiller directement sous la craie à 1 400 mètres.

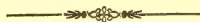
Il sera intéressant de signaler les nouveaux sondages à 16 kilomètres au Sud et au Sud-Ouest de Lippstadt.

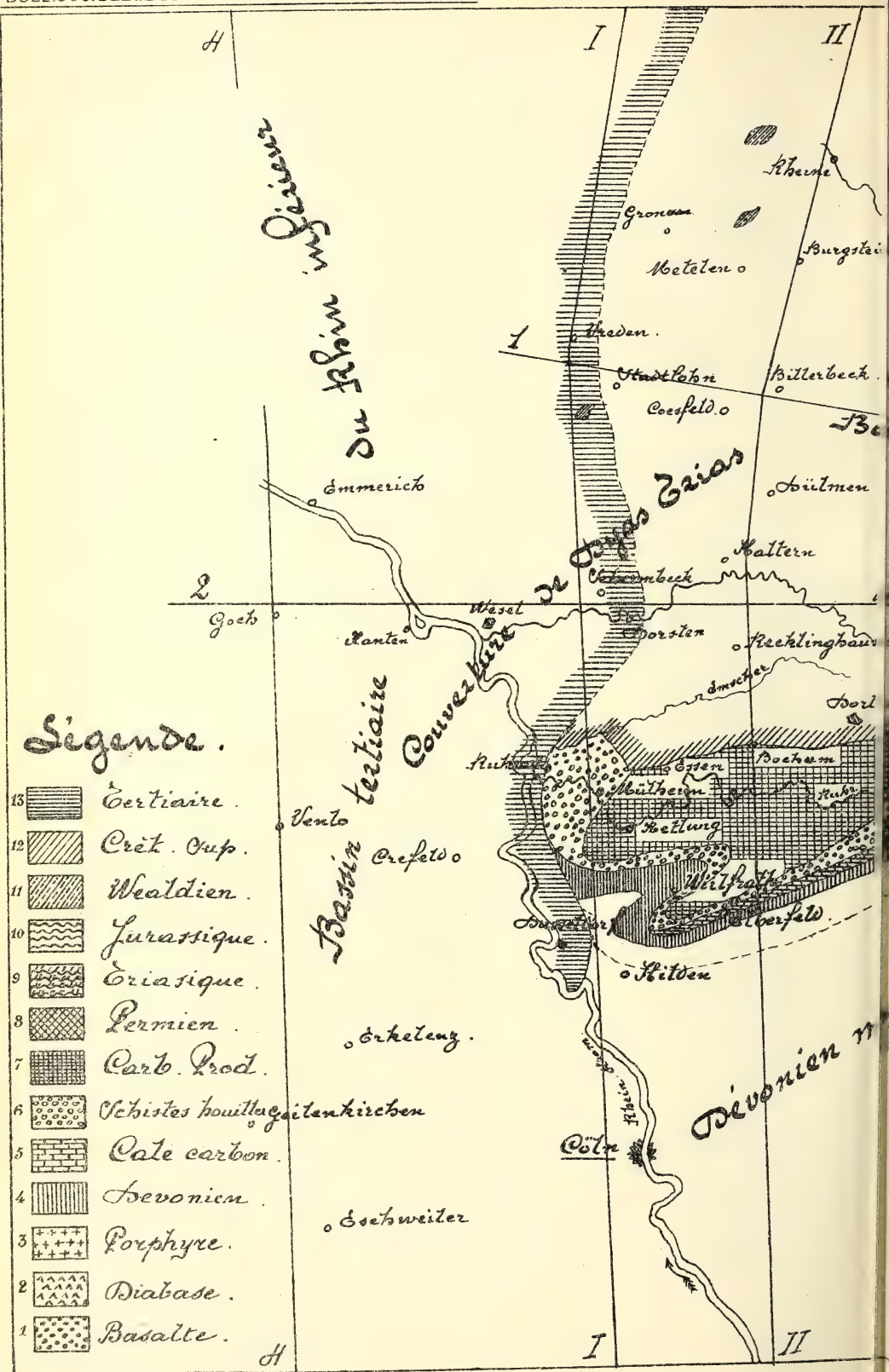
	KREWINKEL + 70.	BROCKHAUSEN + 70.	KESSELER + 70.
Recouvrement.	Craie.	Craie.	Craie.
Toit du houiller	394 mètres.	367 mètres.	529 mètres.
Couches de houille.	468 mètres.	498 mètres (1 ^m 2 de houille).	537 mètres (0 ^m 52 de houille).
Pendage des couches. . . . }	En haut 40°.	—	—
	En bas 60°.	45°	?

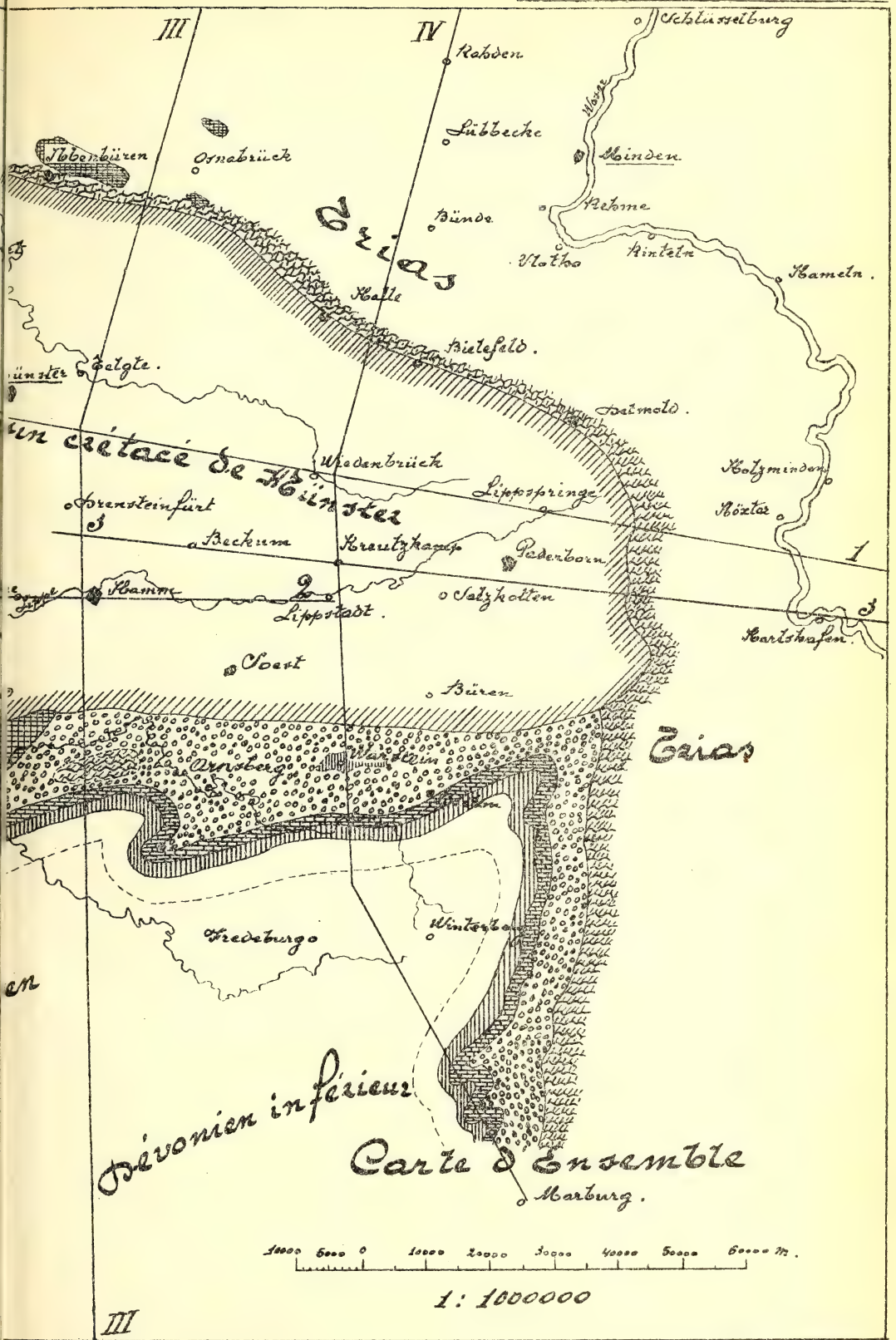
COMPOSITION DE LA HOUILLE EN %.

Carbone.	80.30	79.40	82.00
Hydrogène	4.21	5.00	4.24
Oxygène	6.94	6.29	5.74
Azote	1.32	1.32	1.52
Soufre	1.23	0.66	1.44
Cendres.	6.00	7.25	4.70

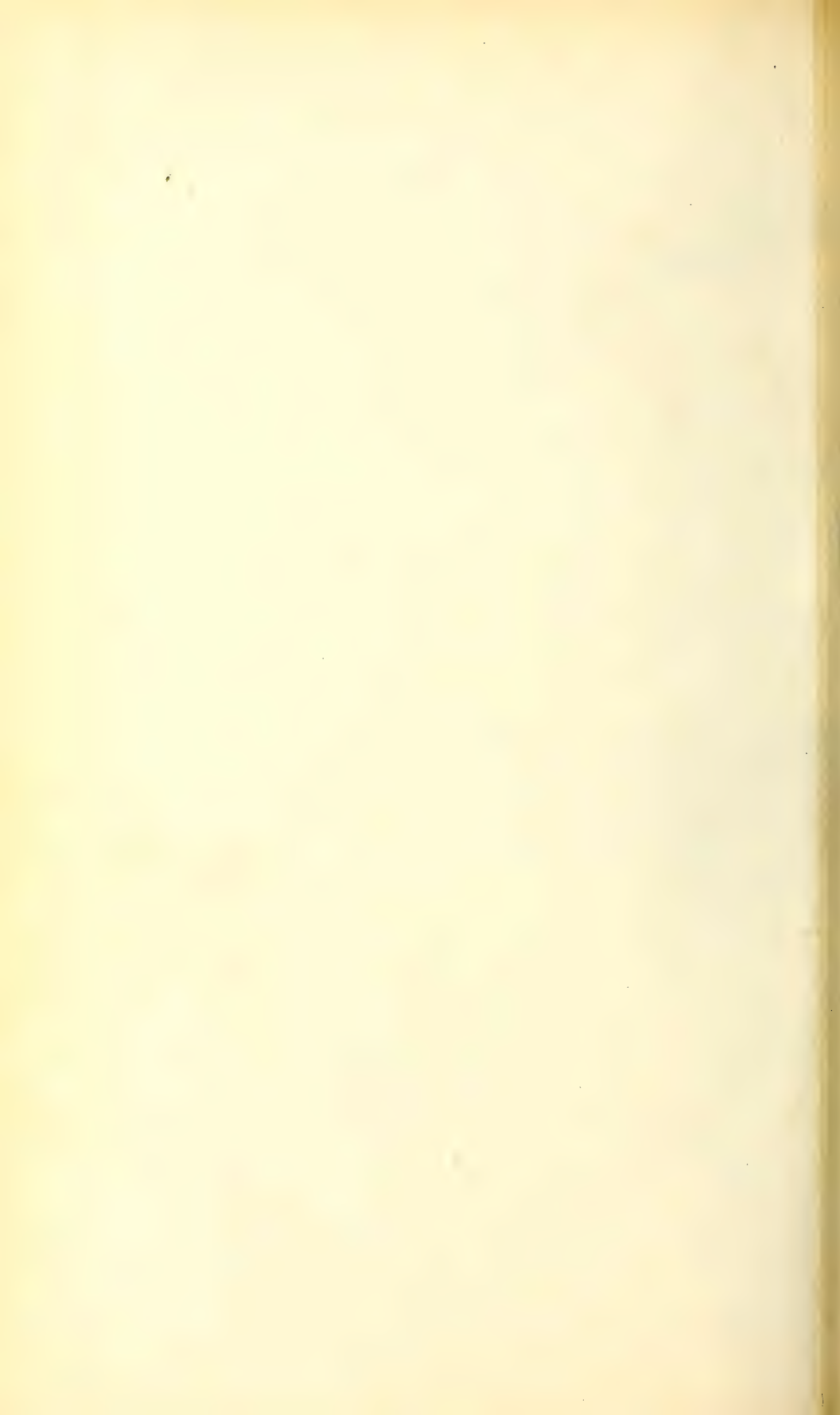
Ces découvertes légitiment mes profils 2 et 3 de 1902. La présence de la houille maigre montre le relèvement du Houiller sous la craie vers Lippstadt par suite du relèvement du Devonien, démontré par le sondage de Kreuzkamp. Il convient de signaler ici que le géologue officiel, le Dr Müller, m'a rectifié en ce sens que ce n'est pas le Devonien supérieur, mais bien le Devonien moyen qui se rencontre sous le Culm (*Zeitschr. f. prakt. Geologie*, janvier 1904), mais cette modification n'a pas d'importance pour le tracé de mes coupes.

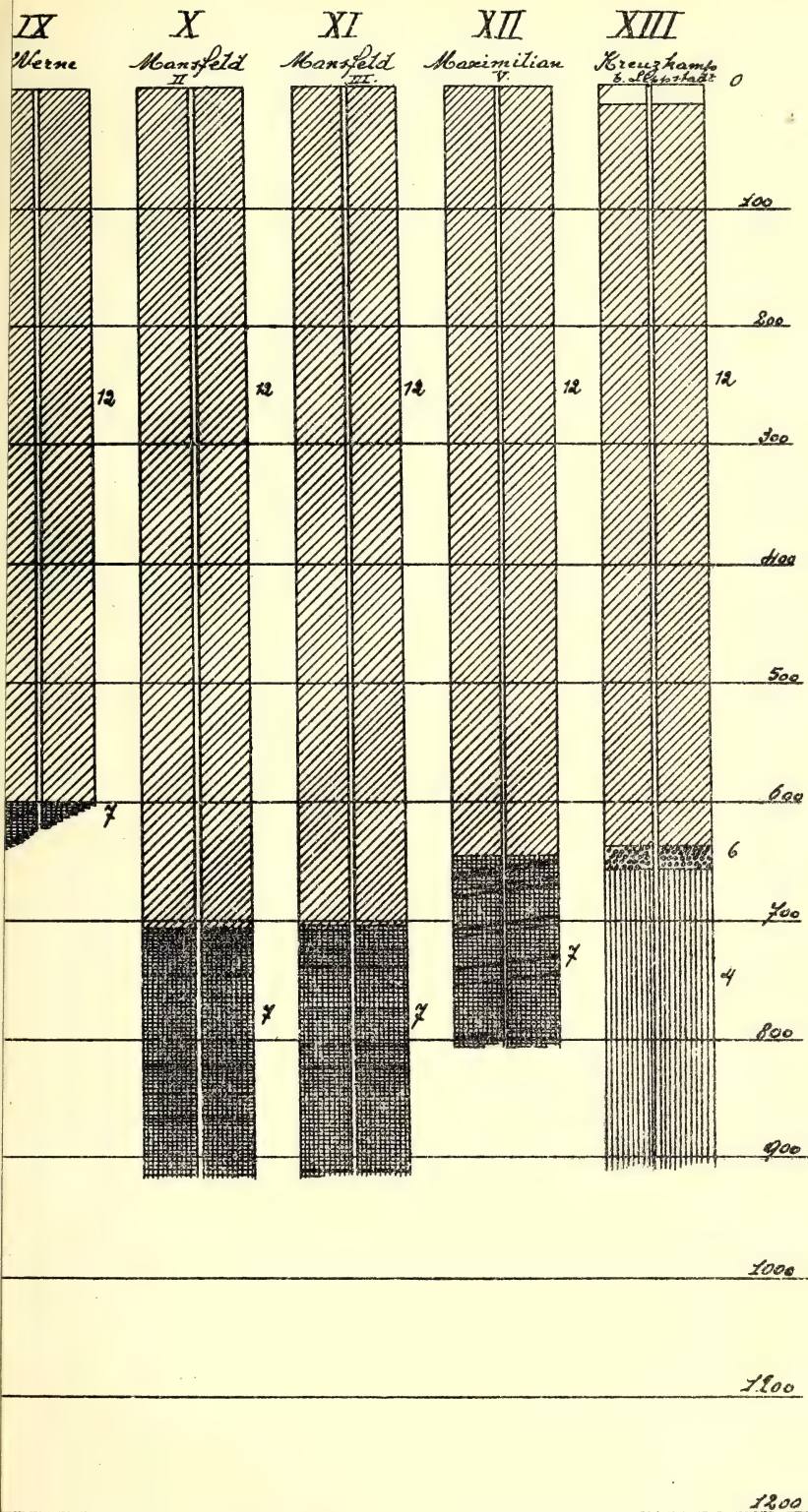




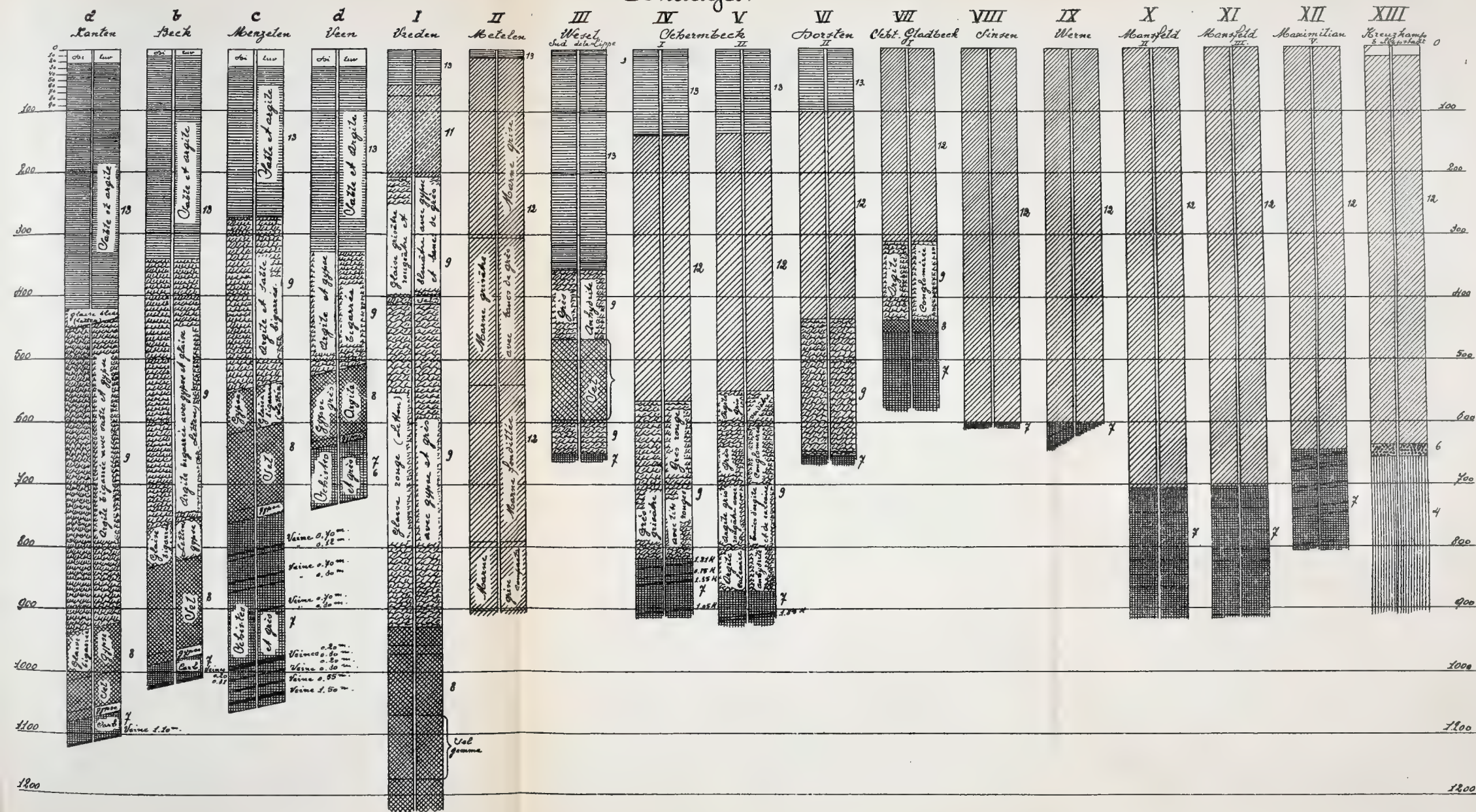








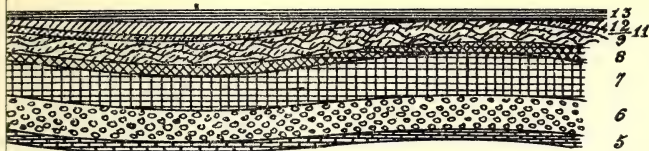
Sondages.



onschede.

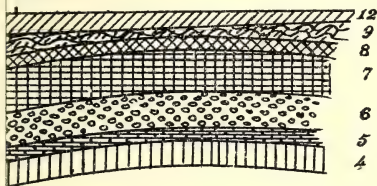
Enschede.

Nord.



heine

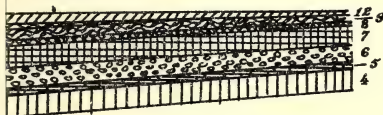
Nord.



teurs.

Nord.

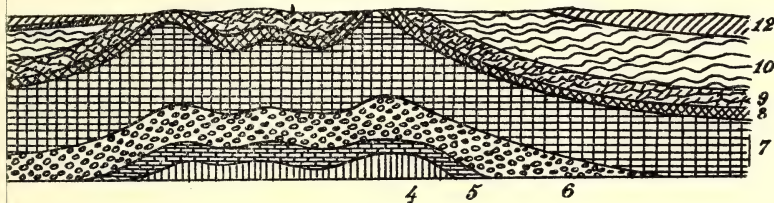
heine.



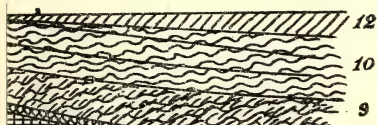
Nord.

Geutoburgewald
Osnabrück

Wiehengebirge.



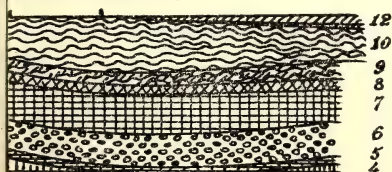
Rhaden.



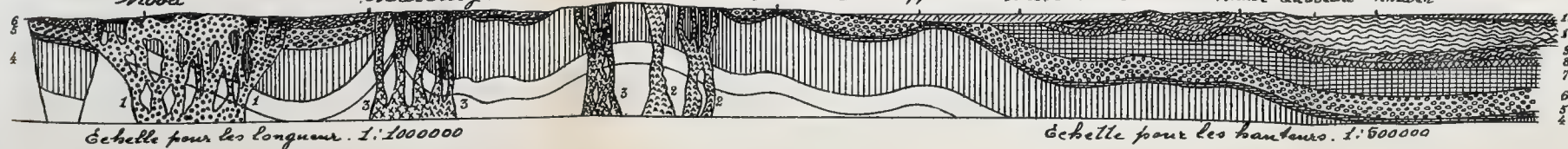
zielefeld. Sübbecke

Wiehengebirge. Plaine de l'Allemagne,
du Nord. becke Rhaden

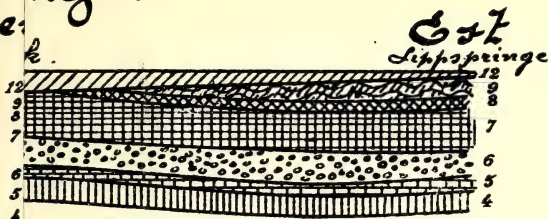
Nord.



es. 1:500000

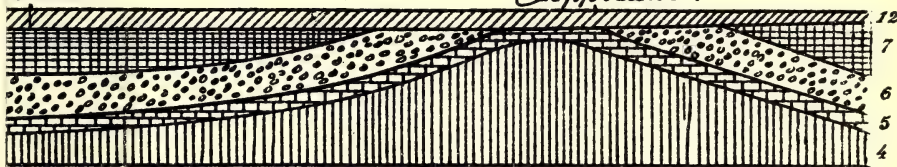


Ouest. nge.

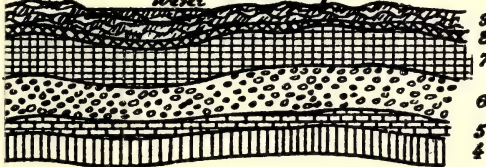


Ouest. Hamm.

Lippstadt. Gzt



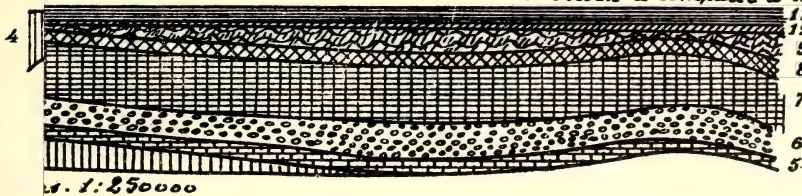
Neuer Carlshafen. Gzt



Futypben

Plave.

Stord.
0.5 Km. à l'Ouest des sondages
de Theden à comparer à la coupe 1.

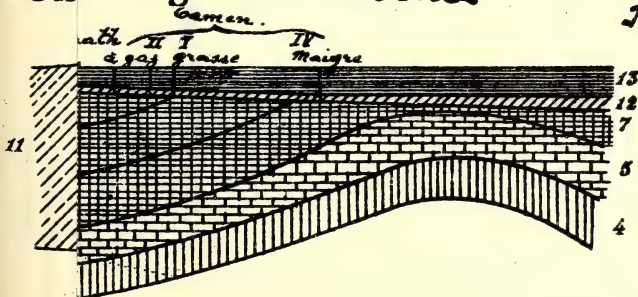


1:250000

10 Kilom.

Skeleng - Schleidenes

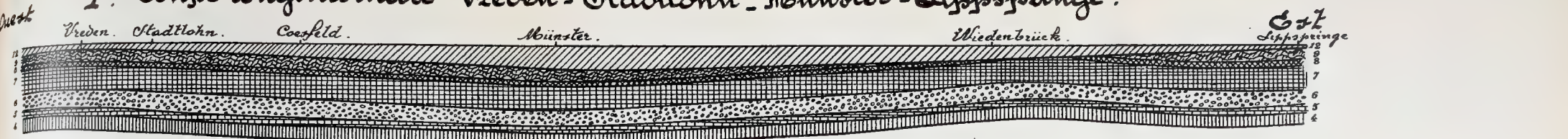
Stord



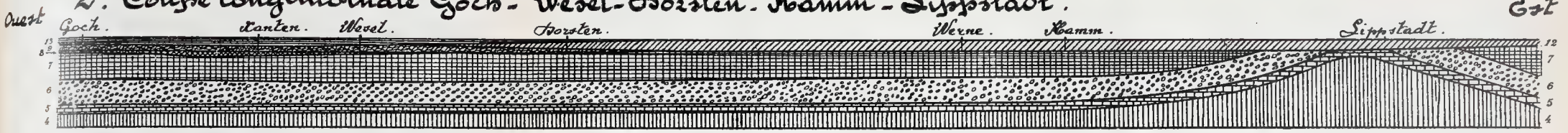
00

5 Kilom.

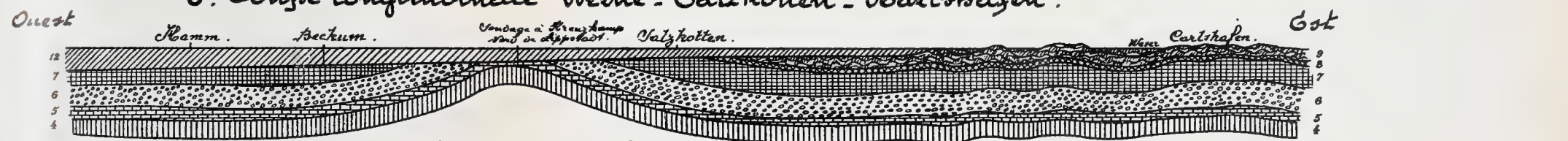
1. Coupe longitudinale Vreden - Stadthohn - Münster - Lippstadt.



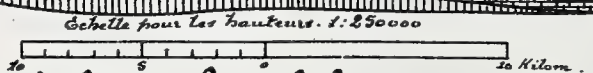
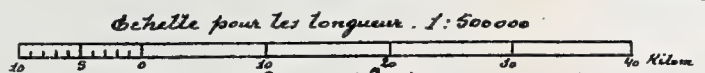
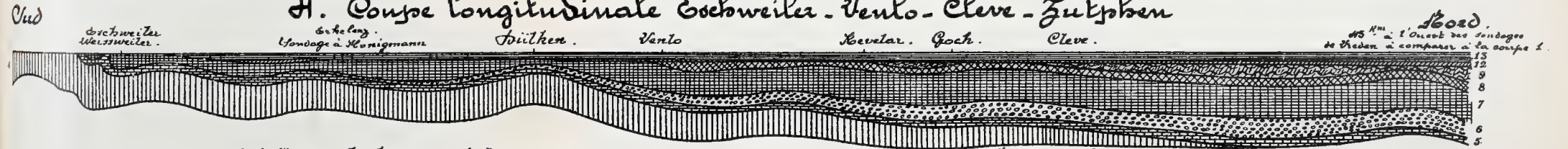
2. Coupe longitudinale Goch - Wesel - Dorsten - Hamm - Lippstadt.



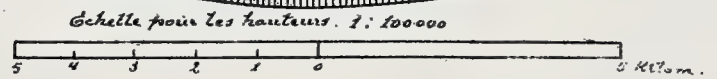
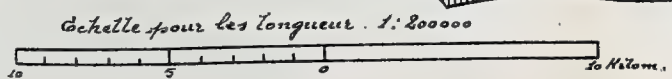
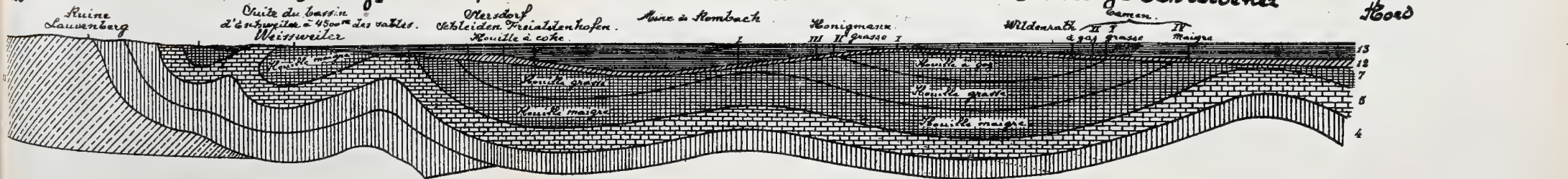
3. Coupe longitudinale Werne - Salzkotten - Carlshafen.

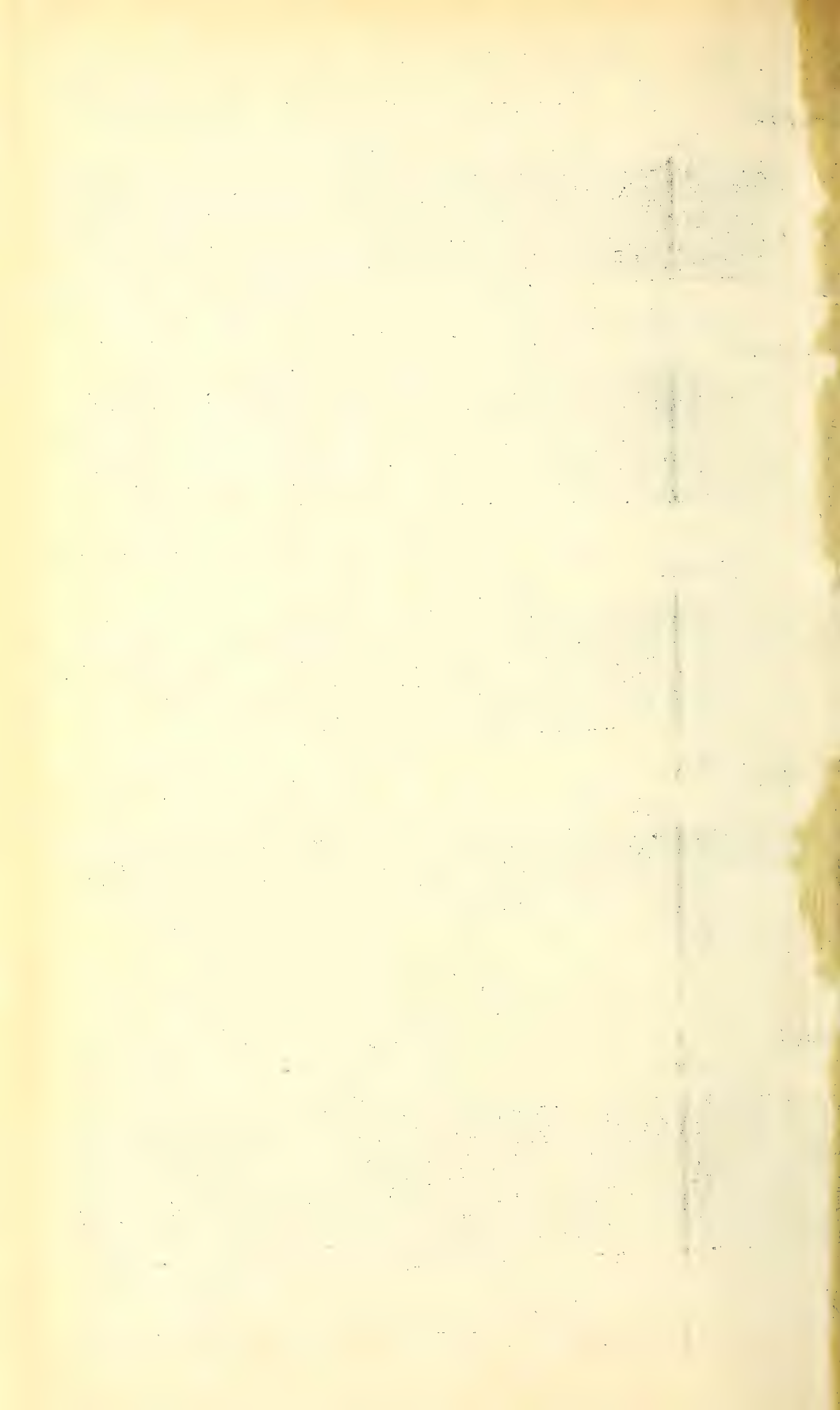


4. Coupe longitudinale Gochweiler - Venlo - Cleve - Zutphen.



Coupe hypothétique au travers du District de Wildenrath - Gochling - Schleiden





hrift, 1904.



3

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

COMPOSITION DU BUREAU ⁽¹⁾, DU CONSEIL ET DES COMITÉS

EXERCICE 1904

Président : **X. Stainier.**

Vice-Présidents :

E. Harzé, Ad. Kemna, B^{on} van Ertborn, J. Willems.

Secrétaire général : **E. Van den Broeck.**

Trésorier :

Th. Gilbert.

Secrétaire :

Ch. Lejeune de Schiervel.

Bibliothécaire :

L. Devaivre.

Délégués du Conseil :

E. Cuvelier, V. Jacques, M. Mourlon, A. Rutot.

Membres du Conseil :

**J. Cornet, F. de Schryvere, J. Kersten, C. Malaise,
H. Rabozée, C. Van de Wiele.**

COMITÉS SPÉCIAUX.

COMITÉ DE VÉRIFICATION DES COMPTES :

Ch. Fievez, E. Mathieu, J. Weyers

COMITÉ DES PUBLICATIONS :

E. Cuvelier, V. Jacques, G. Jottrand.

COMITÉ DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION :

Président : **J. Willems.**

Membres :

Gillet, H. Rabozée, Cl. Van Bogaert, P. Van Ysendyck.

COMITÉ PERMANENT D'ÉTUDES DU GRISOU :

(Voir les listes spéciales, détaillées ci-après.)

(1) Le *Bureau* est constitué par le Président, les quatre Vice-Présidents, le Secrétaire général, le Trésorier et les quatre délégués du Conseil.

SOCIÉTÉ BELGE
DE
GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Fondée à Bruxelles, le 17 février 1887

LISTE GÉNÉRALE DES MEMBRES

ARRÊTÉE AU 17 FÉVRIER 1904 (4)

Membre Protecteur.

M. EM. DE MOT, Bourgmestre de la Ville de Bruxelles.

Membres Honoraires.

- 1 * BARROIS, Ch., Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 37, rue Pascal, à Lille, et rue Chomel, 9, à Paris (VII).
- 2 BERTRAND, C.-Eg., Professeur de botanique à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 6, rue d'Alger, à Amiens.
- 3 BERTRAND, Marcel, Membre de l'Institut de France, Ingénieur en chef des mines, Professeur de géologie à l'École supérieure des Mines, 75, rue de Vaugirard, à Paris (VI).
- 4 BONNEY, Rév. Thomas George, Professeur de géologie et de minéralogie à University College, 23, Denning Road, Hampstead. London N. W.
- 5 BRÖGGER, W. C., Professeur à l'Université de Christiania.
- 6 * CAPELLINI, Giovanni (le Commandeur), Professeur de géologie à l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).
- 7 CHOFFAT, Paul, Attaché au Service géologique du Portugal, 113, rue do Arco a Jesus, à Lisbonne (Portugal).
- 8 CREDNER, Dr Hermann, Directeur du Service royal géologique de Saxe, Professeur à l'Université de Leipzig.

(4) Les noms des **fondateurs** se trouvent, dans la liste ci-dessous, précédés d'un astérisque *. Les noms des *membres à vie* sont précédés de deux astérisques **.

- 9 * DOLLFUS, Gustave, ancien président de la *Société géologique de France*, Collaborateur principal au service de la Carte géologique de France, 45, rue de Chabrol, à Paris (X).
- 10 FOUQUÉ, F., Membre de l'Institut de France, Professeur au Collège de France, 23, rue Humboldt, à Paris (XIV).
- 11 GAUDRY, Albert, Membre de l'Institut de France, Professeur honoraire de paléontologie au Muséum, 7bis, rue des Saint-Pères, à Paris (VI).
- 12 * GEIKIE, Archibald, F. R. S., ancien Directeur général des services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande; 40, Chester Terrace, Regent's Park, London N.W.
- 13 * GEIKIE, James, LL. D.; F. R. S., Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université d'Édimbourg, Kilmorie, 83, Colinton Road, Edinburgh.
- 14 * GOSSELET, Jules, Correspondant de l'Institut de France, Professeur honoraire de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 48, rue d'Antin, à Lille.
- 15 HEIM, Alb., Professeur à l'Université de Zurich, à Hottingen (Zurich).
- 16 HUGHES, Thomas, Mac Kenny, Professeur de géologie à l'Université de Cambridge, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Angleterre).
- 17 ISSEL, Arthur, Professeur à l'Université, 3, Via Gropallo, à Gênes.
- 18 * JONES, T. Rupert, F. R. S., 17, Parson's Green, Fulham, Londres S. W.
- 19 JUDD, J. W., Professeur de géologie au Collège royal des sciences, South Kensington, London S. W.
- 20 KARPINSKY, Alex. Petrow., Membre de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, Directeur du Comité géologique de Russie, Professeur à l'École des mines, à Saint-Petersbourg.
- 21 KOENEN (A. von), Dr, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Göttingen (Allemagne).
- 22 LAPPARENT (Albert de), Membre de l'Institut de France, ancien Président de la *Société géologique de France*, Professeur de géologie et de minéralogie à l'École libre des hautes études, 3, rue de Tilsitt, à Paris (VIII).
- 23 * LOEWINSON-LESSING, F., Professeur de minéralogie et de géologie à l'Institut polytechnique de Saint-Petersbourg, Sosnovka, à Saint-Petersbourg.
- 24 LORIÉ, J., Docteur ès-sciences, Privatdocent à l'Université, 48, Oudkerkhof, à Utrecht (Pays-Bas).
- 25 MICHEL LÉVY, A., Membre de l'Institut de France, Directeur du service de la Carte géologique de France, 26, rue Spontini, à Paris (XVI).
- 26 MOJSISOVICS von MOJSVAR, Dr Edmund, K. K. Hofrath, Wirkl. mitglied der K. Akad. der Wiss., 26, Strohgasse, à Vienne.
- 27 NIKITIN, Serge, Géologue en chef du Comité géologique de Russie, Institut des mines, à Saint-Petersbourg.
- 28 * POTIER, Alfred, Ingénieur en chef des mines, Professeur à l'École des mines, 89, boulevard Saint-Michel, à Paris (V).
- 29 * RENEVIER, Eugène, Professeur de géologie à l'Université de Lausanne, Haute-Combe, près Lausanne (Suisse).

- 30 RICHTHOFEN (Baron von), Professeur de géographie à l'Université de Berlin, 117, Kurfürstenstrasse, à Berlin.
- 31 * RISLER, Eugène, Directeur honoraire de l'Institut national agronomique de France, 106bis, rue de Rennes, à Paris (VI).
- 32 * ROSENBUSCH, Dr H., Professeur de géologie à l'Université d'Heidelberg.
- 33 * ROUVILLE (A.-P. de), Doyen et Professeur honoraire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université de Montpellier, 10, rue Henri-Garnier, à Montpellier (Hérault).
- 34 SACCO, Federico, Professeur de paléontologie à l'Université, Castello del Valentino, à Turin.
- 35 SUESS, Édouard, Professeur à l'Université de Vienne.
- 36 TEALL, J. J. H., Président de la *Société géologique de Londres*, Directeur général des Services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande, 28, Jermyn Street, à Londres.
- 37 TRAQUAIR, R. H., M. D., LL. D., F. R., S., Conservateur des collections d'histoire naturelle au Musée des Sciences et des Arts, à Édimbourg (Écosse).
- 38 WHITAKER, Will. F. R. S., Chairman of the Sanitary Institute. Freda, Campden Road, à Croydon.
- 39 WOODWARD, A. Smith, Conservateur au Département géologique du British Museum of Natural History, 4, Scarsdale Villas, Kensington W., à Londres.
- 40 ZIRKEL, Prof. Dr F., Professeur de géologie à l'Université de Leipzig, 15, Thalstrasse, à Leipzig.

Membres Associés Étrangers.

- 1 ARCTOWSKI, H., Géologue, 103, rue Royale, à Bruxelles.
- 2 BOULE, Marcellin, Président de la Société géologique de France, Professeur de paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, 3, place Valhubert, à Paris (V).
- 3 * DUNIKOWSKI (Émile, Chevalier de), Dr Phil., Privatdocent à l'Université de Lemberg (Galicie).
- 4 * FORESTI, Ludovico, Docteur en médecine, Aide-naturaliste de géologie et de paléontologie au Musée de l'Université de Bologne (Italie).
- 5 GOLLIEZ, A., Professeur de géologie à l'Université de Lausanne.
- 6 HARMER, Dr, Oakland House, Cringleford, près Norwich (Angleterre).
- 7 LAMBERT, Jules, Paléontologiste, Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, à Troyes (Aube), France.
- 8 LANG, Dr ph. Otto, Im Moore, 9A, Hannover (Allemagne).
- 9 LOTTI, Bernardino, Docteur, Ingénieur au Corps des Mines, à Rome.
- 10 MARTEL, E.-A., Secrétaire général de la *Société de Spéléologie*, 8, rue Ménars, à Paris (II).
- 11 MAYER-EYMAR, Charles, Dr ès-sciences, Professeur de paléontologie à l'Université de Zurich (Suisse).

- 12 MEUNIER, Stanislas, Professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle, 7, boulevard Saint-Germain, à Paris (V).
- 13 MONTESSUS DE BALLORE (DE), chef d'escadron, commandant le bureau de recrutement, à Abbeville.
- 14 PICARD, Karl, Membre de diverses Sociétés savantes, Nordhauserstrasse, 2, à Sondershausen (Allemagne).
- 15 POHLIG, Dr Hans, Professeur à l'Université de Bonn (Prusse).
- 16 RECLUS, Élisée, Géographe, 26, rue Vilain XIII, à Bruxelles.
- 17 STURTZ, B., Dr du Comptoir minéralogique et paléontologique de Bonn, 2, Riesstrasse, à Bonn.
- 18 TACCHINI, P., ancien Directeur de l'Observatoire du Collège Romain, à Spilamberto, près Modène.
- 19 TIETZE, Em., Vice-Directeur du *K.-K. Geologische Reichsanstalt*, à Vienne.
- 20 TOUTKOWSKI, Paul, Conservateur du Cabinet minéralogique et géologique de l'Université de Kiew, 46, boulevard de Bibikow, à Kiew (Russie).
- 21 WEINSCHENK, Ernest, Professeur de pétrographie à l'Université de Munich.

Membres effectifs.

1^o Membres à perpétuité.

- 1 Administration communale de la VILLE D'ANVERS. (*Délégué* : M. Royers.)
- 2 Administration communale de la VILLE DE BRUXELLES.
- 3 Administration communale de la VILLE DE VERVIERS. (*Délégué* : M. Sinet.)
- 4 Maison SOLVAY & C^{ie}, Industriels, à Bruxelles.
- 5 Administration communale de la VILLE DE BINCHE.
- 6 Administration communale de la VILLE DE GAND.
- 7 Société anonyme des TRAVAUX D'EAU, à Anvers. (*Délégué* : M. Ad. Kemna.)
- 8 Administration communale de la VILLE D'OSTENDE. (*Délégué* : M. Verraert.)
- 9 Société des CHARBONNAGES DE MONCEAU-FONTAINE, à Monceau-sur-Sambre. (*Délégué* : M. Vital Moreau.)
- 10 Société anonyme des CHARBONNAGES DE BASCOUP. (*Délégué* : M. Lucien Guinotte.)
- 11 Société anonyme des CHARBONNAGES DE HORNU ET WASMES, à Wasmes. (*Délégué* : M. Gédéon Deladrière.)
- 12 Société anonyme des CHARBONNAGES DE MARIEMONT. (*Délégué* : M. Raoul Warocqué.)
- 13 Société anonyme du CHARBONNAGE DU BOIS D'AVROY, à Sclessin-Ougrée (Liège). (*Délégué* : M. Bogaert, Hilairé, 201, quai de Fragnée, Liège.)
- 14 Compagnie des CHARBONNAGES BELGES, à Frameries. (*Délégué* : M. Isaac Isaac.)
- 15 Société anonyme des CHARBONNAGES UNIS DE L'OUEST DE MONS, à Boussu. (*Délégué* : M. Arthur Dupire.)
- 16 Société anonyme des CHARBONNAGES DE COURCELLES-NORD, à Courcelles. (*Délégué* : M. L. Heuseux.)
- 17 Société anonyme des CHARBONNAGES DE DAHLBUSCH, à Düsseldorf.

2^o Membres effectifs.

- 18 ABRAMOFF, F.-J., Ingénieur des Mines, à Makeevka, par station de Kartzisk (Russie).
- 19 ALIMANESTIANO, Constantin, Ingénieur, Directeur de l'Industrie et du Commerce au Ministère des domaines, Strada Domnei, 27, à Bucarest.
- 20 ANDERNACK, Jules, 39, rue Mazy, à Jambes (Namur).
- 21 ANDROUSSOFF, Professeur de géologie à l'Université de Jourieff (Dorpat).
- 22 ANNOOT, J.-B., Professeur honoraire à l'Athénée royal de Bruxelles, 78, rue Gallait, à Schaerbeek lez-Bruxelles.
- 23 AXER, A.-H., Entrepreneur de puits artésiens, 479, chaussée de Jette, à Jette-Saint-Pierre lez-Bruxelles.
- 24 BAUCHAU, Carl, Ingénieur civil des mines, rue Saint-Joseph, à Anvers.
- 25 BAUTHIER, L., Géomètre-architecte, à Genappe.
- 26 BAUWENS, Léonard, Receveur des contributions, 33, rue de la Vanne, à Bruxelles.
- 27 BAYET, Adrien, Propriétaire, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.
- 28 BAYET (le Bon Ernest), Paléontologiste, 58, rue Joseph II, à Bruxelles.
- 29 BAYET, Louis, Ingénieur, à Walcourt (province de Namur).
- 30 BERGERON, Jules, ancien Président de la *Société géologique de France*, Professeur de géologie à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, à Paris (VIII).
- 31 BERNAYS, Ed., Avocat, 33, avenue Van Eyck, à Anvers.
- 32 BERNUS, Louis, Propriétaire, 116, boulevard Audent, à Charleroi.
- 33 BERTRAND, Jean, Géographe, Chef de laboratoire de l'Institut d'hygiène de Bruxelles, 8, avenue des Sept-Bonniers, à Uccle lez-Bruxelles.
- 34 BESANÇON (ville de), Délégué : M. *Jeannot*, ingénieur-directeur des eaux de la ville, hôtel-de-ville, à Besançon (Doubs).
- 35 BEYERINCK, Dr F., ancien Ingénieur des mines du Gouvernement aux Indes néerlandaises, 56/50 Gerard Reijnststraat, à La Haye.
- 36 BLANCHART, Raoul, 41, rue du Buisson, à Lille-Saint-Maurice (France).
- 37 BOCKSTAEL, Émile, Bourgmestre de la commune de Laeken, conseiller provincial, 274, avenue de la Reine, à Laeken.
- 38 BOHY, Benoit, Régent de l'École moyenne, à Wavre.
- 39 BONMARIAGE (le docteur Arthur), 2, rue de la Révolution, à Bruxelles.
- 40 BOTTI, Ulderigo, à Reggio-Calabria (Italie).
- 41 BOULANGÉ (l'Abbé), Hydrologue, Château de Cruyshautem (Flandre orientale).
- 42 BOUHY, Victor, Docteur en droit, 58, rue d'Archis, à Liège.
- 43 BOURDON, Maxime, 95, rue de Prony, à Paris.
- 44 BOURGOIGNIE, Léonce, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, 29, Marché-aux-Avoines, à Hasselt.

- 45 BRADFER, Robert, Garde-général-adjoint des Eaux et Forêts, à Membach, par Dolhain.
- 46 ** BRANNER, John Casper, Ph. D. Ll. D., Professor of Geology and Vice-Président Stanford University, California, U. S. A.
- 47 BRICHAUX, A., Chimiste à la Société Solvay, 12, avenue Hamoir, à Uccle.
- 48 BRIEN, L., Ingénieur à l'Administrateur des mines, 10, boulevard Léopold, à Namur.
- 49 BRIQUET, Abel, licencié ès lettres, avocat à la Cour d'appel, 49, rue Jean de Bologne, à Douai.
- 50 BROUHON, L., Ingénieur des eaux de la ville de Liège, Hôtel de Ville, Liège.
- 51 BURROWS, Henry William, Architecte, 17, Victoria Street, Westminster, London S. W.
- 52 BUTTGENBACH, H., Ingénieur à Glain (Liège).
- 53 CAMBIER, R., Ingénieur aux Charbonnages réunis de Charleroi, 6, rue du Laboratoire, à Charleroi.
- 54 CAMERMAN, Émile, Ingénieur-chimiste, 31, square Guttenberg, à Bruxelles.
- 55 CAMPION, Maurice, Ingénieur des arts et manufactures, Directeur de la Société d'Électricité du Bassin de Charleroi, à Roux.
- 56 * CAREZ, Léon, Docteur ès sciences, ancien Président de la *Société géologique de France*, 18, rue Hamelin, à Paris (XVI).
- 57 CARTON, Léonard, Ingénieur-constructeur, 41, rue du Chambge, à Tournai.
- 58 CASSE, Alphonse, Ingénieur civil, 157, rue de Livourne, à Bruxelles.
- 59 * CAUDERLIER, Gustave, Industriel, 221, chaussée de Vleurgat, à Bruxelles.
- 60 CAVALIER, Directeur des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle).
- 61 CAYEUX, L., Docteur en sciences, Professeur à l'*Institut national agronomique*, 6, place Denfert, à Paris.
- 62 CHABAL, Henry, Ingénieur, 33, rue de Longchamps, à Paris.
- 63 CHEVAL, V., Docteur, 27, rue du Trône, Ixelles lez-Bruxelles.
- 64 COBBAERT, G., 82, rue Longue, à Ostende.
- 65 COBBAERT, Louis, Industriel, à Ninove.
- 66 COGELS, P., Géologue, au Château de Boeckenberg, à Deurne (Anvers).
- 67 COMBAZ, Paul, Professeur à l'Académie des Beaux-Arts, 10, rue de la Banque, à Bruxelles.
- 68 COMPAGNIE INTERCOMMUNALE DES EAUX, 48, rue du Trône, à Bruxelles.
(Délégué : M. M. Van Meenen.)
- 69 COOREMAN, T., Ingénieur, 48, avenue du Midi, à Bruxelles.
- 70 CORDEWEENER, Jules, Ingénieur, Banque nationale, à Ath.
- 71 CORNET, J., Dr ès sciences, Professeur de géologie à l'École des Mines de Mons, 86, boulevard Dolez, à Mons.
- 72 COSSOUX, Édon, Ingénieur civil, ex-Ingénieur du Gouvernement russe au Caucase, 34, rue de Bériot, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.
- 73 COSYN, Ch., Chef de Section aux chemins de fer, 6, rue Van der Borgh, à Koeckelberg lez-Bruxelles.

- 74 CUAU, Charles, Ingénieur civil des mines, Directeur technique de la C^{ie} française des carbures de Séchilienne (Isère), Ingénieur-conseil de la C^{ie} des eaux de Rambouillet, 17, boulevard Pasteur, à Paris.
- 75 * CUMONT, Georges, Avocat près la Cour d'appel, 19, rue de l'Aqueduc, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 76 CUVELIER, Eugène, Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire, 43, rue Keyenveld, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 77 CUYLITS, Jean, Docteur en médecine, 44, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.
- 78 DAIMERIES, A., Professeur à l'Université libre, 4, rue Royale, à Bruxelles.
- 79 DAPSENS, Directeur-Propriétaire de carrières, à Ivoir lez-Dinant.
- 80 * DAUTZENBERG, Phil., Paléontologiste, Président de la *Société royale zoologique et malacologique de Belgique*, 213, rue de l'Université, à Paris (VII).
- 81 DAVAL, J., ancien Greffier du Tribunal de commerce, Abbaye Saint-Pantaléon à Saint-Dizier, Haute-Marne (France).
- 82 DE BAUVE, Inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, 28, rue des Saints-Pères, à Paris (VII).
- 83 DE BROUWER, Michel, Ingénieur-assistant au Service géologique de Belgique, 2, rue Latérale, à Bruxelles.
- 84 DE BUSSCHERE, A., Conseiller à la Cour d'appel, 82, rue Mercelis, à Ixelles.
- 85 DE CORT, Hugo, Secrétaire général de la *Société royale zoologique et malacologique de Belgique*, rue d'Holbach, à Lille (France).
- 86 DE GRAEF, Joseph, Négociant, 21, rue Oudenkoven, à Borgerhout lez-Anvers.
- 87 DEJARDIN, L., Directeur des Mines, 186, rue du Trône, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 88 DELADRIER, Émile, Docteur en sciences, 133, rue Royale, à Bruxelles.
- 89 DELHEID, Ed., Paléontologiste, 63, rue Veydt, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 90 * DELECOURT-WINCQZ, Jules, Ingénieur-Conseil de la Compagnie Internationale de recherches de mines et d'entreprises de sondage, 16, rue de la Pépinière, à Bruxelles.
- 91 DENIL, Gustave, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 103, boulevard de l'Hôpital, à Mons.
- 92 DE RAECK, Léon, Ingénieur civil des Mines, 243, avenue d'Auderghem, à Bruxelles.
- 93 DEROOVER, G., Capitaine commandant du Génie, à Niel lez-Boom.
- 94 DE SCHRYVER, Ferdinand, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 29, rue du Prince Royal, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 95 ** DESPRET, Édouard, Directeur général de la Société générale pour favoriser l'industrie nationale, 49, rue de Trèves, à Bruxelles.
- 96 DETHY, Théophile, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 48, rue du Pépin, à Namur.
- 97 DEULIN, Nestor, Ingénieur, à Marcinelle.
- 98 DE VISSCHER, J., Ingénieur agricole, 31, rue de la Sablonnière, à Bruxelles.
- 99 DEVREUX, E., Architecte, Échevin des Travaux publics, 23, rue du Pont-Neuf, à Charleroi.

- 100 DIDION, J., Constructeur d'appareils de sondages, 32, rue de Joncker, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 101 DIENERT, Frédéric-Vincent, Docteur ès-sciences, Chef du service local de surveillance des sources de la ville de Paris, 8, place de la Mairie, à Saint-Mandé (Seine).
- 102 DOAT, Ingénieur, Directeur de la Compagnie générale des conduites d'eau, aux Vennes, à Liège.
- 103 DOLLO, Louis, Ingénieur civil, Conservateur du Musée royal d'histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Bruxelles.
- 104 DONNEUX, Lieutenant-colonel du Génie, en retraite, 22, rue de Fragnée, à Liège.
- 105 DORLODOT (Chanoine Henry DE), Professeur à l'Université catholique, 44, rue de Bériot, à Louvain.
- 106 DOUVILLÉ, Henri, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Paléontologie à l'École des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, à Paris (VII).
- 107 DUBOIS, Eugène, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université d'Amsterdam, Conservateur au Musée Teyler de Haarlem, 45, Zylweg, à Haarlem.
- 108 DUMONT, André, Professeur d'exploitation des mines, à l'Université de Louvain.
- 109 ** DUPONT, Édouard, Directeur du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 31, rue Vautier, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 110 * DURAFFOUR, Ferdinand, Entrepreneur de sondages, à Tournai.
- 111 DURIEUX, Charles, Ingénieur agricole, 6, Marché-aux-Avoines, à Hasselt.
- 112 DUTERTRE, Émile, Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), France.
- 113 DUYK, Chimiste au Ministère des Finances, avenue de Solbosch, à Bruxelles.
- 114 ENGERRAND, Georges, 5, rue Adolphe, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 115 ERENS, Alphonse, Docteur en sciences naturelles, Villa Strabbeek, à Houthem, près Fauquemont (Limbourg hollandais).
- 116 * FALK, Henry, Libraire-éditeur, 15-17, rue du Parchemin, à Bruxelles.
- 117 * FÉLIX, J., Docteur en médecine, 413, avenue Louise, à Bruxelles.
- 118 * FENDIUS, Émile, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Liège.
- 119 FICHEFET, E., Entrepreneur, Membre de la Chambre des Représentants, 2, avenue de Tervueren, à Bruxelles.
- 120 FIEVEZ, Ch., Trésorier de la *Société belge d'astronomie*, 43, Trois Tilleuls, à Boitsfort (Brabant).
- 121 FISCH, A., 70, rue de la Madeleine, à Bruxelles.
- 122 FLAMACHE, A., Ingénieur, 16, square Guttenberg, à Bruxelles.
- 123 FLÉBUS, Alexandre, Étudiant, 69, boulevard Léopold, à Anvers.
- 124 FOURNIER, dom Grégoire, Professeur à l'Abbaye de Maredsous, à Maredret-Sosoye (Namur).
- 125 FOURNIER, Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Besançon (Doubs).

- 126 * FRANÇOIS, Christophe, Ingénieur, 122, avenue de la Couronne, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 127 FRANCOQ, Alfr., Ingénieur, Sous-lieutenant de réserve du génie, 52, rue Keyenveld, à Ixelles.
- 128 * FRIEDRICH, H., 4, rue de Naples, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 129 * FRIEN, Auguste, Professeur au Petit-Séminaire, à Montigny lez-Metz (Alsace-Lorraine).
- 130 FRITSCH, Dr Ant., Professeur à l'Université de Prague, 66, Wenzelplatz, à Prague.
- 131 GERARD, L., Ingénieur-électricien, ancien Professeur à l'Université, 102, avenue de Tervueren, à Bruxelles.
- 132 GHILAIN, Philibert, Ingénieur en chef, Directeur de service aux Chemins de fer de l'État, 70, rue Vander Schrick, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 133 ** GIBBS, William, B., Membre de diverses Sociétés savantes, Thornton, Beulah Hill, Upper Norwood, à Londres.
- 134 GILBERT, Théod., A.-F., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.
- 135 GILLET, Ingénieur de la Résidence royale, 215, avenue de la Reine, à Laeken.
- 136 GILSON, G., Professeur à l'Université catholique, 95, rue de Namur, à Louvain.
- 137 GOBLET d'ALVIELLA (comte Eugène), Propriétaire, au château de Court-Saint-Étienne, et 10, rue Faider, à Bruxelles.
- 138 GODY, Professeur à l'École militaire, 85, rue du Viaduc, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 139 GOLDSCHMIDT, Paul, Ingénieur, 17, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.
- 140 GOLDSCHMIDT, Robert, Docteur en sciences, 495, avenue Louise, à Bruxelles.
- 141 GOORMAGHTIGH, Gustave, Ingénieur, à Saint-Symphorien (Mons).
- 142 ** GOTTSCHÉ, Karl, Docteur en philosophie, Conservateur au Musée d'histoire naturelle, à Hambourg.
- 143 GREINDL (Bon), Capitaine d'État-Major, Professeur à l'École de guerre, 49, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.
- 144 ** GREINER, Ad., Directeur général de la Société Cockerill, à Seraing.
- 145 GROSSOUVRE (A., DE), Ingénieur en chef des Mines, à Bourges (France).
- 146 GUEQUIER, J., Docteur en sciences naturelles, Préparateur au laboratoire des sciences naturelles de l'Université de Gand, 13, rue de la Sauge, à Gand.
- 147 * HABETS, Alfred, Ingénieur, Professeur à l'Université de Liège, 3, rue Paul Devaux, à Liège.
- 148 HABETS, P., Directeur-gérant de charbonnage, 33, Avenue Blondin, à Liège.
- 149 HAINAUT, Edgard, Ingénieur des ponts et chaussées, 45, chaussée de Lille, à Tournai.

- 150 HALET, Franz, Ingénieur agricole, 5, rue Simonis, à Saint-Gilles-Bruxelles.
- 151 HANNON, Ed., Ingénieur, rue de la Concorde, 43, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 152 HANKAR-URBAN, Albert, Ingénieur, 15, rue Montoyer, à Bruxelles.
- 153 HANREZ, Prosper, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.
- 154 HANS, J., Ingénieur civil, 119, rue du Commerce, à Bruxelles.
- 155 HARDENPONT, L., ancien Sénateur, rue du Mont-de-Piété, à Mons.
- 156 HARZÉ, Ém., Directeur général honoraire des Mines, 213, rue de la Loi à Bruxelles.
- 157 HASSE, Georges, Étudiant, 58, rue Ozy, à Anvers.
- 158 HAVERLAND, Eug., à Vieux-Virton (Luxembourg).
- 159 HEMRICOURT DE GRUNNE (Eugène de), château d'Ophem, par Wesembeek (Brabant).
- 160 HENRICOT, Émile, Industriel, Sénateur, à Court-Saint-Étienne.
- 161 HERMAN, Directeur de l'Institut bactériologique provincial, 13, rue des Sars, à Mons.
- 162 HERMANS, Jean-Baptiste, Ingénieur en chef, Chef de service aux Voies et Travaux, Avenue des Voyageurs, 36, à Arlon.
- 163 HEUSEUX, L., Ingénieur, Directeur-gérant des charbonnages de Courcelles-Nord, à Courcelles.
- 164 HOLZAPFEL, Dr Édouard, Professeur à l'École technique supérieure, 3, Stephanstrasse, à Aix-la-Chapelle.
- 165 HOUBA, L., Secrétaire communal de la Résidence royale de Laeken, 159, rue Thielemans, à Laeken.
- 166 ** HOUZEAU DE LEHAIE, Auguste, Sénateur, Président de la *Société royale belge de Géographie*, Château de l'Ermitage, à Mons.
- 167 * IDIERS, Fernand, Industriel, à Auderghem.
- 168 IMBEAUX, Directeur du Service municipal, 9bis, rue du Montet, à Nancy.
- 169 ITHIER, Gaston, Sous-lieutenant du Génie, à Anvers.
- 170 JACOBS, Fernand, Président de la *Société belge d'Astronomie*, rue de Chevaliers, 21, à Bruxelles.
- 171 * JACQUES, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la *Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.
- 172 JANET, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, Dr ès-sciences, ancien Président de la *Société zoologique de France*, à Beauvais (France).
- 173 JANET, Léon, Ingénieur en chef au Corps des Mines, 87, boulevard Saint-Michel, à Paris (V).
- 174 JANSON, Paul, Avocat, Membre de la Chambre des Représentants, 73, rue De Facqz, Bruxelles.
- 175 JÉROME, Alex., Professeur à l'Athénée, Secrétaire général de la *Société géologique de Luxembourg*, 69, rue Saint-Jean, à Arlon.
- 176 JOHNSTON-LAVIS, H.-J., Professeur agrégé de l'Université royale de Naples, à Beaulieu (Alpes-Maritimes, France).
- 177 JOTTRAND, Gustave, Avocat, ancien Représentant, 39, rue de la Régence, à Bruxelles.

- 178 KAISIN, Félix, Docteur en sciences naturelles, Professeur à l'Université de Louvain.
- 179 KEMNA, Ad., Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau, 6, rue Montebello, à Anvers.
- 180 KERCKHOVE (DE), Oswald, ancien Représentant, 5, rue Digue-de-Brabant, à Gand.
- 181 KERSTEN, Joseph, Ingénieur, Inspecteur général des charbonnages patronnés par la *Société générale pour favoriser l'industrie nationale*, 32, rue Neufchatel, Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 182 KESTENS, Capitaine d'artillerie adjoint d'État-Major, 216, chaussée de Wavre, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 183 * KOCH, Dr Phil., Géologue du Service royal géologique de Prusse, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.
- 184 * KOKEN, Ernest, Dr Phil., Professeur de géologie à l'Université de Tübingen.
- 185 KONTKOWSKI (DE), Eugène, Colonel du génie, Ingénieur en chef des phares de la mer Baltique et du port de Reval, 56, Fontanza, à Saint-Petersbourg.
- 186 KOTSOWSKY, N., Ingénieur-Professeur à l'Institut des Mines, Saint-Petersbourg.
- 187 KRANTZ, Fritz, Dr Phil., Propriétaire du Comptoir minéralogique rhénan, 36, Herwarthstrasse, à Bonn-s/Rhin.
- 188 KRENDEFF, Assain, Ingénieur des arts et manufactures, 33, rue de Vienne, à Ixelles.
- 199 KRUSEMAN, Henri, Ingénieur, rue Africaine, 24, Bruxelles.
- 190 * KUBORN, Hyacinthe, D. M., membre titulaire de l'Académie royale de médecine, Professeur d'hygiène à l'École normale, Président de la *Société de médecine publique*, 33, rue de Colard, à Seraing.
- 191 LAGRANGE, Eug., Professeur à l'École militaire, 60, rue des Champs-Élysées, Ixelles lez-Bruxelles.
- 192 LAHAYE, Charles, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 23, rue Léon Castilhon, à Arlon.
- 193 LAMBERT, Guillaume, Ingénieur, 41, boulevard Bischoffsheim, à Bruxelles.
- 194 LAMBERT, Paul, Propriétaire, 11, place de la Liberté, à Bruxelles.
- 195 LAMBIOTTE, Directeur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages réunis de Roton-Farciennes, etc., à Tamines.
- 196 LAMPE, D., Ingénieur civil, 123, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.
- 197 LANCASTER, Albert, Membre de l'Académie royale des sciences, Directeur du Service météorologique à l'Observatoire royal, 297, avenue Brugmann, à Uccle.
- 198 LARMOYEUX, Ernest, Ingénieur principal des Mines, 7, rue du Bailli, à Bruxelles.
- 199 LATINIS, Léon, Ingénieur-expert, à Seneffe.
- 200 LATINIS, Victor, Ingénieur civil, 78, rue Wilson, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.

- 201 LAUR, Francis, Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, à Paris (XVII).
- 202 LE BON, Henri, Avocat-avoué, 80, rue Mercelis, à Bruxelles.
- 203 LECHIEU, Adolphe, Ingénieur en chef, Directeur de service aux Chemins de fer de l'État, 32, rue Botanique, à Bruxelles.
- 204 LE CLÉMENT DE SAINT-MARC, Capitaine du Génie, 43, rue de la Petite-Ourse, Anvers.
- 205 ** LE COUPPEY DE LA FOREST, M., Ingénieur-agronome, Ingénieur des améliorations agricoles, Collaborateur auxiliaire à la carte géologique de France, 60, rue Pierre-Charron, à Paris (VIII).
- 206 LEFEBVRE, Jules, Sous-lieutenant à l'École d'application, à Bruxelles.
- 207 LEGRAND, Ingénieur en chef, Directeur des travaux des Charbonnages Réunis, 52, rue Roton, à Charleroi.
- 208 LEGRAND, Charles, Ingénieur-conseil, 47, rue des Palais, à Bruxelles.
- 209 LEJEUNE DESCHIERVEL, Ch., Ingénieur, 23, rue du Luxembourg, à Bruxelles.
- 210 LEMAIRE, Emmanuel, Ingénieur au Corps des Mines, 116, boulevard Charles Sainctelette, à Mons.
- 211 ** LE MARCHAND, Augustin, Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, à Petit-Quévilly (Seine-Inférieure), France.
- 212 * LEMONNIER, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, à Bruxelles.
- 213 LENTZ, Docteur en médecine, Directeur de l'Asile des aliénés de l'État belge, à Tournai.
- 214 LERICHE, Préparateur à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 159, rue Brûle-Maison, à Lille (France).
- 215 LIMBURG-STIRUM (C^{te} Ad. DE), Membre de la Chambre des Représentants, 23, rue du Commerce, à Bruxelles.
- 216 LIPPMANN, Édouard, Ingénieur civil, Entrepreneur de puits artésiens et sondages, 47, rue de Chabrol, à Paris (X).
- 217 LOË (le B^{on} Alfred DE), Conservateur des Musées royaux des arts décoratifs et industriels, Secrétaire général de la *Société d'Archéologie de Bruxelles*, 82, avenue d'Auderghem, à Etterbeek lez-Bruxelles.
- 218 * LONQUÉTY, Maurice, Ingénieur civil des mines, 16, place Malesherbes, à Paris.
- 219 LUCAS, Walthère, Chimiste, 54, rue Berckmans, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 220 MABILLE, Valère, Industriel, à Mariemont.
- 221 MAILLIEUX, Eugène, à Couvin.
- 222 MALAISE, Constantin, Membre de l'Académie royale des Sciences, Professeur émérite à l'Institut agricole de l'État, rue Latérale, à Gembloux.
- 223 MARBOUTIN, Félix, Chef-adjoint du Service chimique de l'Observatoire de Montsouris, 78 boulevard Saint-Michel, à Paris (VI).
- 224 MARGERIE (Emmanuel DE), Géologue et Géographe, ancien Président de la *Société géologique de France*, 132, rue de Grenelle, à Paris (VII).
- 225 MASSAU, Junius, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Université, 22, rue Marnix, à Gand.
- 226 MASSON, Ch., Directeur du Laboratoire d'analyses de l'État belge, à Gembloux.

- 227 MATHIEU, Émile, Capitaine du Génie, Répétiteur à l'École militaire, 91, chaussée Saint-Pierre, à Bruxelles.
- 228 MÉLOTTE, J., Ingénieur des Ponts et Chaussées, 67, rue Conscience, à Anvers.
- 229 MESENS, Ed., Sénateur, 79, rue des Rentiers, à Etterbeek lez-Bruxelles.
- 230 MESSENS, Ingénieur des Mines de la Vieille-Montagne, à Baelen-Wezel (Anvers).
- 231 MEUNIER, Em., Négociant en charbon, à Crépy-en-Valois (France).
- 232 MIEG, Mathieu, Rentier, 48, avenue de Modenheim, à Mulhouse (Alsace).
- 233 MOENS, Jean, F.-J., à Lede, près d'Alost.
- 234 MOLENGRAAFF, Dr G.-A.-F., Géologue de l'État de la République Sud-Africaine du Transvaal, 8, Dennelaan, à Hilversum (Pays-Bas).
- 235 MONNOYER, Léon, Président de la Chambre syndicale des matériaux de construction, 409, avenue Louise, à Bruxelles.
- 236 MONNOYER, Marcel, Entrepreneur de travaux publics, 41, rue Gachard, à Bruxelles.
- 237 MONTAG, Émile, Employé de commerce, 6, Roxburgh Avenue, Aigburth Road, à Liverpool (Angleterre).
- 238 ** MONTEFIORE LEVI, ancien Sénateur, 35, rue de la Science, à Bruxelles.
- 239 MONTAYE, Capitaine d'état-major, Professeur à l'École de guerre, 44, rue de la Tourelle, à Bruxelles.
- 240 MOREAU, Ingénieur en chef du service technique provincial, rue des Douze-Apôtres, à Bruxelles.
- 241 MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des sciences, Directeur du *Service géologique de Belgique*, 107, rue Belliard, à Bruxelles.
- 242 * MUNCK (Émile DE), Artiste peintre, membre de diverses Sociétés savantes, Villa de Val-Marie, à Saventhem.
- 243 NAVEZ, L., Homme de lettres, 162, chaussée de Haecht, à Bruxelles.
- 244 NICKLES, René, Professeur-adjoint à la Faculté des sciences (Université de Nancy), 27^{bis}, rue des Tiercelins, à Nancy (France).
- 245 NICOLIS, Enrico (Chevalier), Corte Quaranto, à Vérone.
- 246 ** NOETLING, Fritz, Docteur en philosophie, Paléontologiste, 19, Bismarkstrasse, à Baden-Baden.
- 247 OEBBEKE, C., Professeur au Laboratoire minéralogique et géologique de l'École technique des Hautes-Études, à Munich.
- 248 OEHLERT, D.-P., Correspondant de l'Institut de France, Conservateur du Musée d'histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, à Laval (Mayenne), France.
- 249 OPPENHEIM, P., Docteur en philosophie, Kantstrasse, 158^t, Charlottenburg, près Berlin.
- 250 * PASSELECQ, Albert, Ingénieur, Directeur du Charbonnage du Midi de Mons, 54, rue du Hautbois, à Mons.
- 251 PAQUET, Gérard-Th., Capitaine retraité, 74, chaussée de Forest, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 252 PAULET, Pedro-E., Ingénieur-chimiste, Consul du Pérou, 105, place de Meir, à Anvers.

- 253 PAULIN-BRASSEUR, Industriel, à Couillet (Hainaut).
- 254 PAVLOV, A.-B., Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Moscou (Russie).
- 255 PELLAT, Ed., Inspecteur-général honoraire des Services administratifs du Ministère de l'Intérieur, 19, avenue du Maine, à Paris (XV).
- 256 PENY, Ed., Ingénieur, Administrateur des Charbonnages de Mariemont et Bascoup, à Morlanwelz.
- 257 * PERGENS, Édouard, Docteur en médecine, 6, rue de Heppeneert, à Maeseyck.
- 258 PIÉRET, Victor, Directeur de carrière, 19, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.
- 259 PIERPONT (Édouard de), au château de Rivière, à Profondeville-s/Meuse.
- 260 * PIERRE, Gustave, Industriel, 31, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.
- 261 * PIRET, Adolphe, Directeur du *Comptoir belge de géologie et de minéralogie*, Palais Saint-Jacques, à Tournai.
- 262 PITTOORS, J., Lieutenant-colonel du Génie, 39, avenue Cogels, à Anvers.
- 263 PLUMAT, Polycarpe, Ingénieur, à Hornu (Hainaut).
- 264 POIRY, Célestin, Maître de carrières, 225, avenue Louise, à Bruxelles.
- 265 POLAK, Gaston, Ingénieur-civil des mines, 112, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.
- 266 PÔLIS, P., Directeur de la Station météorologique centrale, 29, Alphonsestrasse, à Aix-la-Chapelle.
- 267 PORTIS, Alessandro, Professeur de géologie et paléontologie à l'Université de Rome; Musée géologique de l'Université, à Rome.
- 268 POSKIN, Dr Achille, 15, avenue du Marteau, à Spa.
- 269 POURBAIX-LEDUNE, Hydrologue, rue des Marcottes, 13, à Mons.
- 270 PRINZ, Wilhelm, Assistant à l'Observatoire royal, Professeur de géologie à l'Université libre de Bruxelles, 5, avenue du Haut-Pont, à Bruxelles.
- 271 PROOST, A., Directeur général de l'Agriculture, 3, rue Beyaert, à Bruxelles.
- 272 * PUTTEMANS, Charles, Professeur de chimie à l'École industrielle, 9, rue Van Bommel, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.
- 273 PUTZEYS, E., Ingénieur en chef des travaux de la Ville, 8, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.
- 274 PUTZEYS, le Dr F., Professeur d'hygiène à l'Université de Liège, 1, rue Forgeur, à Liège.
- 275 RABOZÉE, H., Capitaine du Génie, Professeur à l'École Militaire, 18, rue du Conseil, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 276 RAEYMAECKERS, Désiré, Médecin militaire au 1^{er} Régiment de ligne, 303, boulevard des Hospices, à Gand.
- 277 RAMOND, G., Assistant de géologie au Muséum d'histoire naturelle (Paris), 18, rue Louis-Philippe, à Neuilly-sur-Seine (Seine), France.
- 278 ** REID, Clément, F.-G.-S., Attaché au Service géologique de la Grande-Bretagne, 26, Jermyn-Street, London S. W.
- 279 RICHERT, J. Gust., Ingénieur consultant, Birger Jarlsgatan, 13, à Stockholm.
- 280 ROBERT, Paul, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État belge, 7, rue Saint-Bernard, à Bruxelles.

- 281 ROELOFS, Paul, Industriel, 3, rue des Tanneurs, à Anvers.
- 282 ROERSCH, L., Ingénieur honoraire des mines, 124, avenue Brugmann, à Bruxelles.
- 283 ROLLAND, Émile, Industriel, 39, rue André Masquelier, à Mons.
- 284 ROSÉE, (Frédéric DE), Château de Moulins, par Yvoir.
- 285 ** RUTOT, Aimé, Ingénieur honoraire des Mines, Géologue, Conservateur du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 177, rue de la Loi, à Bruxelles.
- 286 SALMON, Ingénieur de la ville de Bruges, à Bruges.
- 287 SCHACK DE BROCKDORF, Frédéric, G., Consul général de S. M. le Roi de Danemark, à Anvers.
- 288 SCHMITZ, le R. P. Gaspar, S.-J., Directeur du *Musée géologique des Bassins houillers belges*, à Louvain. (Adresse : Musée Houiller, Louvain).
- 289 SCHMITZ, Th., Ingénieur civil des Mines, 58, rue Saint-Joseph, à Anvers.
- 290 SCHROEDER VAN DER KOLK, J.-L.-C., Docteur en médecine, Professeur de minéralogie et de géologie, Columbusstraat, 112, à La Haye (Hollande).
- 291 SCHULZ-BRIESEN, Ingénieur honoraire des mines, Directeur-général honoraire des charbonnages de Dahlbusch, 49, Schillerstrasse, à Düsseldorf.
- 292 ** SELYS LONGCHAMPS (Walter DE), Docteur en droit, Sénateur, à Halloy (Ciney).
- 293 * SEMET-SOLVAY, Louis, Ingénieur, 217, chaussée de Vleurgat, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 294 * SEMPER, J.-Otto, au Musée d'histoire naturelle de Hambourg, 52, S. Benedictstrasse, à Hambourg.
- 295 SENZEILLES (Baron DE), au Château-Fontaine, par Anthée, province de Namur.
- 296 SEULEN, F., Architecte principal à l'Administration des Chemins de fer de l'État belge, à Bruxelles-Nord.
- 297 SEVEREYNS, G., Industriel, 103, rue Gallait, à Bruxelles.
- 298 SIMOENS, G., Docteur ès sciences minérales, 2, rue Latérale, à Bruxelles.
- 299 SIX-SENÉLAR, Émile, Ingénieur des arts et manufactures, à Warneton.
- 300 SLAGHMUYLDER, Charles, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État, 67, rue Saint-Bernard, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 301 SMETS, G. (l'Abbé), Inspecteur diocésain, 26, rue Fabry, à Liège.
- 302 ** SOCIÉTÉ ANONYME DE MARCINELLE ET COUILLET (Charbonnage de Marcinelle-Nord), à Marcinelle (Charleroi). Directeur-gérant, M. Nestor EVRARD (délégué).
- 303 ** SOCIÉTÉ ANONYME DES CHARBONNAGES, HAUTS FOURNEAUX ET USINES DE STRÉPY-BRAQUEGNIES, Directeur-gérant, M. Amour SOTTIAUX (délégué), à Strépy-Braquegnies.
- 304 SOLVAY, Ernest, Industriel, rue des Champs-Élysées, 45, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 305 SOMZÉE, Côme (DE), Ingénieur, 22, rue des Palais, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

- 306 SPYERS, A., Docteur en médecine, 84, rue Bréderode, à Anvers.
- 307 SQUILBIN, Henri, Ingénieur, 8, avenue des Arts, à Anvers.
- 308 STAINIER, X., Membre de la Commission géologique de Belgique, Professeur de géologie à l'Université de Gand.
- 309 STEFANESCU, Gregoriu, Professeur de géologie à l'Université, Directeur du Bureau géologique, 8, Strada Verde, à Bucarest.
- 310 STEVENSON, J.-J., Professeur à l'Université de New-York, University Heights, à New-York-City.
- 311 TEMPELS, P., Auditeur général de la Cour militaire, en retraite, 2, avenue Louise, à Bruxelles (*hiver*), 2, rue Vossegat, à Uccle (*été*).
- 312 TERLINDEN, ancien Sénateur, 271, rue Royale, à Bruxelles.
- 313 THOMAES, Oscar, Industriel, rue au Vin, à Renaix.
- 314 TIHON, F., Docteur en médecine, à Theux (province de Liège).
- 315 TOURNAI (Administration communale de la Ville de).
- 316 TOUSSAINT, G., Sous-Lieutenant d'artillerie en congé, à Quenast.
- 317 TRULMANS, Henry, Ingénieur-inspecteur du service des eaux de la ville, 12, rue d'Arenberg, à Bruxelles.
- 318 UHLENBROEK, G.-D., Ingénieur, 22, rue Édouard Waeken, à Liège.
- 319 URBAN, Ad., Directeur de la Compagnie des Carrières de Quenast, 17, place de l'Industrie, à Bruxelles.
- 320 VAES, Henri, Ingénieur, 130, rue de la Loi, à Bruxelles.
- 321 VAN BELLINGEN, Constant, Ingénieur, 70, rue Montoyer, à Bruxelles.
- 322 VAN BOGAERT, Clément, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État, 88, rue Wilson, à Bruxelles.
- 323 VAN CALCKER, Dr F. J. P., Professeur à l'Université de Groningue (Pays-Bas).
- 324 VAN DAM, Ed., à Profondeville (Namur).
- 325 VAN DE CASTEELE, A., Conducteur des Ponts et Chaussées, à Blankenberghe.
- 326 ** VAN DEN BROECK, Ernest, Géologue, Conservateur du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, Membre du Conseil de Direction de la Carte géologique du Royaume, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.
- 327 VANDENPERRE, Directeur-gérant des Brasseries Artois, à Louvain.
- 328 VAN DEN STEEN DE JEHAY, Comte F., château de Bassinnes, par Havelange.
- 329 VANDERKINDERE, Léon, Professeur à l'Université libre de Bruxelles, 51, avenue des Fleurs, à Uccle.
- 330 VAN DER POORTEN, L., Photgraveur, 19, rue de la Prospérité, à Molenbeek-St-Jean lez-Bruxelles.
- 331 VAN DER SCHUEREN, Pierre, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 9, rue du Jardin, à Ostende.
- 332 VAN DE WIELE, Dr C., 27, boulevard Militaire, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 333 VAN DE WOUWER, 11, rue des Cinq-Coins, à Berchem-Anvers.
- 334 VAN ERTBORN (le Baron O.), 32, rue d'Espagne, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 335 VAN HOFGAERDEN, Paul, Conseiller provincial, 7, boulevard d'Avroy, à Liège.

- 336 VAN MEURS, Ingénieur en chef des travaux de la Ville de Mons, 2, rue des Tuileries, à Mons.
- 337 VAN MIERLO, J.-C., Ingénieur à la Compagnie internationale des Wagons-Lits et des Grands Express européens, 74, avenue de la Reine, à Ostende.
- 338 VAN OVERLOOP, Eugène, Conservateur en chef des Musées d'art industriel et décoratif, 79, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.
- 339 VAN WEYENBERG, Alphonse, Capitaine-commandant du génie, 133, boulevard Charles Sainctelette, à Mons.
- 340 VAN YSENDYCK, Paul, Ingénieur, 8, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 341 * VÉLAIN, Charles, Professeur de géographie physique à la Faculté des sciences de l'Université de Paris, 9, rue Thénard, à Paris (V).
- 342 VILLAIN, François, Ingénieur des Mines, 57, rue Stanislas, à Nancy (France).
- 343 WACHSMUTH, Frédéric, 16, avenue de la Chapelle, à Berchem (Anvers).
- 344 WATTEYNE, V., Ingénieur en chef des Mines, Directeur au Ministère de l'Industrie et du Travail, 196, avenue de la Couronne, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 345 WAUTERS, J., Chimiste de la Ville, 83, rue Souveraine, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 346 WICHMANN, Arthur, Dr Phil., Professeur à l'Université d'Utrecht (Hollande).
- 347 WIENER, Lionel, 71, rue de la Loi, à Bruxelles.
- 348 WIELEMANS-CEUPPENS, Industriel, 308, avenue Van Volxem, à Forest lez-Bruxelles.
- 349 WILLEMS, J., Capitaine-commandant du Génie, 174, rue Royale Sainte-Marie, à Schaerbeek lez-Bruxelles.
- 350 WIRTGEN, P.-J., Major en retraite, 7, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 351 * WITTOUCK, Paul, Industriel, 21, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.
- 352 WOUTERS-DUSTIN, E., entrepreneur, 96, rue de Louvain, à Bruxelles.
- 353 YARZA (Adan DE), Ingénieur des mines, Lequeitio (Vizcaya), Espagne.
- 354 * ZLATARSKI, Georges, Géologue, à Sofia (Bulgarie).
- 355 ZONE, J., Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, Ingénieur principal, sous-directeur de la *Société anonyme du canal et des installations maritimes de Bruxelles*, 80, rue Froissard, à Bruxelles.

Membres Associés regnicoles.

- 1 AUGHUET, Charles, 124, rue des Confédérés, Saint-Josse-ten-Noode, lez-Bruxelles.
- 2 AVANZO, E., Homme de lettres, 70, rue Veydt, à Bruxelles.
- 3 BOMMER, Ch., Conservateur au Jardin botanique de l'État, 17, rue des Petits-Carmes, à Bruxelles.
- 4 BOULENGIER, O., Docteur en médecine, 104, rue de la Croix-de-Fer, à Bruxelles.

- 5 BOURGEOIS, L., Comptable du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 3, rue Véronèse, à Bruxelles.
- 6 BRUNEEL, Frédéric, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État, Gare du Nord, à Bruxelles.
- 7 BYL, E., Astronome-adjoint à l'Observatoire royal, 35, rue de Portugal, à Bruxelles.
- 8 CHAZAL (le Baron Félix), Sous-lieutenant au 2^e régiment des Guides, 4, avenue de la Toison-d'Or, à Bruxelles.
- 9 COOMANS, L., Propriétaire, 3, rue des Brigittines, à Bruxelles.
- 10 DAUPHIN, G., Chef de bureau au Ministère des Chemins de fer, etc., 44, rue Vonck, à Schaerbeek lez-Bruxelles.
- 11 DEBLON, A., Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, 270, avenue de Cortenberg, à Bruxelles.
- 12 DE BULLEMONT, Emm., 39, rue de l'Arbre-Bénit, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 13 DE LIGNE, Émile, 38, boulevard du Jardin botanique, à Bruxelles.
- 14 DEVAIVRE, Lucien, Attaché à la Direction du Service géologique, 5, avenue Gribaumont, à Woluwe-Saint-Pierre.
- 15 DE VESTEL, Franz, Architecte, Professeur à l'Académie royale des Beaux-Arts, 13, rue de la Grosse-Tour, à Bruxelles.
- 16 DONAUX, Constant, Industriel, 13, rue Rempart des Moines, à Bruxelles.
- 17 DUFIEF, J., Professeur honoraire de géographie à l'Athénée royal de Bruxelles, Vice-Président de la *Société royale belge de géographie de Bruxelles*, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.
- 18 DUFIEF, Jean, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.
- 19 DUFOURNY, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 29, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.
- 20 DUJARDIN, Jean, Lieutenant du génie, 9, rue Godefroid, à Namur.
- 21 FRAIPONT, Joseph, Ingénieur des Mines, 20, avenue des Arts, à Bruxelles.
- 22 GOBERT, Auguste, Ingénieur, 222, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.
- 23 GOFFINET, Th., Conducteur provincial, Conducteur honoraire des Ponts et Chaussées, Commissaire voyer, à Braine-l'Alleud.
- 24 GOOSSENS, Ch., Directeur à l'Administration des mines, 38, avenue de la Couronne, à Bruxelles.
- 25 GRANGE, Camille, Chef de section aux Chemins de fer de l'État, 17, rue de l'Esplanade, à Bruxelles.
- 26 HANREZ, Georges, Ingénieur à la Société d'électricité Westinghouse, au Havre, et 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.
- 27 HAUWAERT, M., Architecte, rue des Moulins, à Vilvorde.
- 28 HEGENSCHIED, Alfred, Instituteur à l'école moyenne B de Bruxelles, 30, rue Gauthier, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.
- 29 HOUZEAU, Jean, Industriel, à Saint-Symphorien, près Mons.
- 30 ISABEAU, Valéry, Étudiant à l'Université libre, 17, rue Delval, à Dour (Hainaut).
- 31 JACQUES fils, Ingénieur des mines, 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.

- 32 JANSSENS, Eugène, Candidat en sciences, à Saventhem.
- 33 JONCKHEERE, Éd., 21, rue du Marécage, à Bruges.
- 34 LAMBIN, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 31, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.
- 35 LANDOY, Jules, 184, avenue de Tervueren, à Woluwe-Saint-Pierre.
- 36 LARA (Alfred de), Ingénieur civil, 59, rue de Ten-Bosch, à Bruxelles.
- 37 LECOINTE, G., Directeur scientifique du service astronomique de l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle.
- 38 LUCION, René, Docteur-ès-sciences, 127, avenue de l'Hippodrome, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 39 MALVAUX, Alfred, Héliographe, 69, rue de Launoy, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.
- 40 MAUKELS, Architecte, 5, rue Ortélius, à Bruxelles.
- 41 NAVEZ, A., Chef de Section à l'Administration des Chemins de fer, rue Linnée, 48, à Bruxelles.
- 42 NOULET, Édouard, Industriel, à Bracquegnies (Hainaut).
- 43 PETIT, Julien, Peintre-décorateur, 15, rue de Berlin, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 44 RAHIR, Edmond, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.
- 45 RYCX, Jules, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 148, chaussée de Charleroi, à Bruxelles (*hiver*), et Deeweg, à Uccle (*été*).
- 46 TACQUIN, le Dr Arthur, à Genappe.
- 47 THILLY, H., Architecte à l'Administration des Télégraphes, Professeur à l'École industrielle de Laeken, 49, rue Champ de l'Eglise, à Laeken.
- 48 THÉODOR, L., Avocat, ancien Membre de la Chambre des Représentants, 118, rue du Commerce, à Bruxelles.
- 49 VAN DEN BOGAERDE, H., Ingénieur aux Chemins de fer de l'État belge, 132, rue de la Loi, à Bruxelles.
- 50 VAN DRUNEN, James, Ingénieur, 9, rue des Champs-Élysées, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 51 VAN GELDER, Eugène, Artiste peintre et Homme de lettres, 79, rue Renkin, à Bruxelles.
- 52 VAN HALEWYCK, 41, rue Rubens, à Bruxelles.
- 53 VANHOVE, D., Docteur en sciences minérales, rue des Carmes, 1, à Bruges, et au Laboratoire de minéralogie de l'Université de Gand.
- 54 VAN HUMBEEK, Architecte, 18, rue de Naples, à Ixelles lez-Bruxelles.
- 55 VAN LINT, Victor-J., Ingénieur civil, Inspecteur des Eaux de la ville de Bruxelles, 73, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.
- 56 VAN YSENDYCK, Maurice, Architecte, attaché à la Commission royale des monuments, 58, rue de la Source, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- 57 VAUTHIER, Camille, au Service géologique, 2, rue Laterale, à Bruxelles.
- 58 VILAIN, Nestor, Lieutenant du génie, à Anvers.
- 59 VOITURON, E.-J., Inspecteur au Ministère de l'Agriculture, 34, rue de la Couronne, à Bruxelles.
- 60 WALIN, Ingénieur, quai Mativa, 30, à Liège.

- 61 WEENS, Ingénieur en chef, Directeur de service des Chemins de fer de l'État belge, 18, rue d'Hastedon, à Namur.
- 62 WEYERS, J., 35, rue Joseph II, à Bruxelles.
- 63 WILLEMS, Léopold, Inspecteur d'assurances, 14, rue de Tilly, à Bruxelles.

Membres décédés en 1903.

- H. ZITTEL (Karl von), à Munich.
- A. E. KARRER, Félix, à Vienne.
- A. E. MUNIER-CHALMAS, à Paris.
- E. BESMES, Victor, à Bruxelles.
- E. DOTREMONT, V., à Hougaerde.
- E. HEYMANS, à Rebecq-Rognon.
- E. MOULAN, T.-C., à Laeken.
- E. RENARD, A., à Bruxelles.
- E. URSEL (d'), à Bruges.
- E. VAN SCHERPENZEEL-THIM, à Liège.
- A. R. GILBERT, à Bruxelles.

RÉCAPITULATION AU 17 FÉVRIER 1904.

Membre protecteur	1
Membres honoraires	40
Membres associés étrangers	21
Membres payants : 418 { effectifs	355
{ associés regnicoles	63
	480

COMPOSITION DU COMITÉ PERMANENT D'ÉTUDE
DES
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION BELGES

CONSTITUÉ EN 1896

sous les auspices et parmi les membres

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Président :

WILLEMS, J., Vice-Président de la *Société belge de Géologie*, Capitaine commandant du Génie, 174, rue Royale-Sainte-Marie, à Schaerbeek.

Secrétaires :

GILLET, Ingénieur de la Résidence royale, 215, avenue de la Reine, à Laeken.

RABOZÉE, H., Capitaine du Génie, Professeur à l'École Militaire, 18, rue du Conseil, à Ixelles (Bruxelles).

VAN BOGAERT, Cl., Ingénieur aux Chemins de fer de l'État, 88, rue Wilson, à Bruxelles.

VAN YZENDYCK, Paul, Ingénieur, 8, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles (Bruxelles).

Membres :

BAYET, L., Ingénieur, Membre de la Commission géologique de Belgique, à Walcourt (province de Namur).

CUVELIER, E., Capitaine commandant du Génie; Professeur à l'École Militaire, 43, rue Keyenveld, à Ixelles (Bruxelles).

Nota. — Les membres de la Société qui désirent prendre part aux réunions et aux travaux du *Comité des Matériaux* sont priés d'en informer le Bureau, qui leur fera envoyer les documents et convocations nécessaires.

DE SCHRYVER, F., Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 29, rue du Prince Royal, à Ixelles lez-Bruxelles.

DOLLO, L., Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle, à Bruxelles.

GOBERT, A., Ingénieur-Expert, 222, chaussée de Charleroi, à Saint-Gilles (Bruxelles).

GOSSELET, J., Correspondant de l'Institut de France, ancien Président de la *Société belge de Géologie*, Professeur honoraire de géologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille, 48, rue d'Antin, à Lille (France Nord).

HANS, J., Ingénieur civil, 419, rue du Commerce, à Bruxelles.

JOTTRAND, G., Avocat, ancien Représentant, 39, rue de la Régence, à Bruxelles.

LECHIEN, Ad., Ingénieur en chef des Chemins de fer de l'État belge, à Bruxelles.

LUCION, R., Docteur en sciences, Chimiste, 76, rue Maes, à Ixelles lez-Bruxelles.

MONNOYER, L., Entrepreneur, 262, avenue Louise, à Bruxelles.

MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur du *Service géologique de Belgique*, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

ROELOFS, P., Industriel, rue des Tanneurs, à Anvers.

RUTOT, A., Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle, Membre du Conseil de direction de la Carte géologique de Belgique, 177, rue de la Loi, à Bruxelles.

STAINIER, X., Membre de la Commission géologique, Président de la *Société belge de Géologie*, Professeur à l'Université, à Gand.

VAN DEN BROECK, E., Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle, Secrétaire général de la *Société belge de Géologie*, Membre du Conseil de direction de la Carte géologique de Belgique, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SECTION PERMANENTE D'ÉTUDES DU GRISOU

Président de la Section et de son Comité de Patronage.

M. Aug. BEERNAERT, Ministre d'État, ancien Président de la Chambre des Représentants.

Membres du Comité de Patronage.

GREINER, Ad., Directeur général de la Société Cockerill, à Seraing.

MONTEFIORE-LEVI, ancien Sénateur, Château de Rond-Chêne, par Esneux.

SOLVAY, E., Sénateur et Industriel, à Ixelles lez-Bruxelles.

URBAN, Ad., Directeur général de la Compagnie des Carrières de Quenast, à Bruxelles.

Membres correspondants (1).

ABRAMOFF, T.-J., Ingénieur des Mines, à Makeevka, par station de Kartzisk (Russie).

ALIMANESTIANO, Const., Directeur de l'Industrie et du Commerce au Ministère des Domaines, 27, Strada Dómnei, à Bucarest.

BERGERON, Ingénieur civil, Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, à Paris. (VIII.)

CAPELLINI (le Commandeur), Professeur de géologie à l'Université, Via Zamboni, à Bologne (Italie).

CAYEUX, Lucien, Professeur à l'Institut national agronomique de France, 6, place Denfert, à Paris.

(1) Membres de la Société belge de Géologie, habitant l'étranger et ayant adhéré à la Section permanente d'étude du grisou.

FOUQUÉ, F., Membre de l'Institut de France, Professeur au Collège de France, à Paris. (XIV.)

GEIKIE, Archibald, ancien Directeur général du Service géologique de Grande-Bretagne et d'Irlande, à Londres.

GOSSELET, Jules, Correspondant de l'Institut de France, Professeur honoraire à la Faculté des sciences de Lille.

GROSSOUVRE (A. DE), Ingénieur en chef des Mines, à Bourges.

HUGHES, Th., M^e Kenny, Professeur à l'Université de Cambridge (Angleterre).

ISSEL, Arthur, Professeur de géologie à l'Université de Gênes.

JANET, Léon, Ingénieur des Mines, 87, boulevard Saint-Michel, à Paris. (V.)

KARPINSKY, A.-P., Directeur du Comité géologique, Professeur à l'École des Mines, à Saint-Petersbourg.

KOTSOWSKI, N., Ingénieur des Mines, Professeur à l'Institut des Mines, à Saint-Petersbourg.

LANG, O., Ingénieur, Im Moore, 9A, à Hanover (Allemagne).

LAUR, Fr., Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, à Paris. (XVII.)

LONQUÉTY, Maurice, Ingénieur, à Boulogne-sur-Mer (France).

MEUNIER, Em., Négociant en charbons, à Crèpy en Valois (France).

MOJSISOVICS VON MOJSVAR, D^r Edm., K. K. Hofrath. Wirkl. mitglied der K. Akad. der Wiss., 26, Strohgasse, à Vienne.

NICKLÈS, René, Professeur à la Faculté des sciences, 27^{bis}, rue des Tiercelins, à Nancy (France).

POLIS, P., Directeur de la Station météorologique centrale, 29, Alphonetrasse, à Aix-la-Chapelle.

RENEVIER, E., Professeur de géologie à l'Université de Lausanne.

ROSENBUSCH, H., Professeur de géologie à l'Université d'Heidelberg.

Membres Associés étrangers (1).

ATKINSON, W.-N., Inspecteur des Mines, Barlaston, Stoke-on-Trent.

BEHRENS, Inspecteur des Mines, Directeur général de la Société d'Hibernia, à Herne.

BERGERAT, Ingénieur des Mines, à Lens (Pas-de-Calais).

BRETON, Ludovic, Ingénieur, 18, rue Royale, à Calais.

BROWN, Walton, Secrétaire du North England Institute of Mining and Mechanical Engineers, 5, Lambton Road, à Newcastle-upon-Tyne.

CANU, 10, avenue de l'Aube, à Saint-Maurice (Seine).

CHESNEAU, Gust., Ingénieur en chef des Mines, Secrétaire de la Commission française du grisou, 18, rue des Pyramides, à Paris.

DAVISON, Ch. D. Sc. Al. A., 16, Manor Road, Edgbaston, à Birmingham.

FISCHER, Directeur général des Mines royales de Saxe, à Freiberg.

(1) Titre réservé aux personnes ayant adhéré à la Section d'étude du grisou mais ne faisant pas partie de la Société belge de Géologie.

- GRAND'EURY, F.-C., Ingénieur des Mines, 7, rue de Paris, à Saint-Étienne (Loire).
 GUERRE, Paul, Ingénieur des Mines, à Nœulx (France, Nord).
 GUNTHER, Dr Sig^d, Professeur à l'École technique, 5^u, Akademie Strasse, à Munich.
 KETTE, Ingénieur des Mines, à Essen.
 KILIAN, W., Professeur de géologie à l'Université de Grenoble, boulevard Gambetta, à Grenoble (Isère).
 LAGUESSE, Professeur de sciences à l'École supérieure, à Hambourdin (France).
 MEYER, Adolphe, Chimiste, 43, rue Jeanne-d'Arc, à Lille.
 MONTESSUS DE BALLORE (DE), Chef d'escadron, commandant le Bureau de recrutement, à Abbeville.
 MOREUX (Abbé Th.), Directeur de l'Observatoire du Séminaire de Saint-Célestin, à Bourges (France).
 MOUREAUX, Directeur du service magnétique de l'Observatoire du parc Saint-Maur, près Paris.
 ORIEUL DE LA PORTE, Ingénieur des Mines, à Nœulx-les-Mines (Pas-de-Calais).
 PETIT, P., Ingénieur en chef des houillères de Saint-Étienne, à Saint-Étienne (Loire).
 TAEGELICHBECK, Ingénieur en chef des Mines en Westphalie, à Dortmund.
 ZENGER, Directeur de l'Observatoire de Prague.

Comité technique (1)

de la Section permanente d'étude du grisou.

- BAYET, Louis, Ingénieur, à Walcourt (province de Namur).
 CORNET, J., Professeur de géologie à l'École des Mines de Mons, 86, boulevard Dolez, à Mons.
 CUVELIER, Eugène, Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire, 43, rue Keyenveld, à Ixelles lez-Bruxelles.
 DEJARDIN, L., Directeur des Mines, 186, rue du Trône, à Ixelles lez-Bruxelles.
 * DENOËL, L., Ingénieur des Mines, 56, rue Américaine, Bruxelles.
 FLAMACHE, Armand, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État belge, chargé de cours à l'Université de Gand, 16, square Gutenberg, à Bruxelles.
 GERARD, L., Ingénieur, ancien Professeur à l'Université, 102, avenue de Terveuren, à Bruxelles.
 GILBERT, Théod. A.-F., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.
 GODY, Professeur à l'École militaire, 85, rue du Viaduc, à Ixelles lez-Bruxelles.
 HABETS, Alfred, Ingénieur, Professeur à l'Université de Liège, 3, rue Paul Devaux, à Liège.
 HABETS, Paul, Directeur-gérant de charbonnage, 33, Avenue Blondin, à Liège.
 HARZÉ, Em., Directeur général honoraire des Mines, 213, rue de la Loi, à Bruxelles.
 HOUZEAU DE LEHAIE, Auguste, Sénateur, au château de l'Ermitage, à Mons.

(1) Dans les listes qui suivent, les noms des adhérents à la Section qui ne font pas partie de la Société belge de Géologie sont indiqués par l'adjonction d'un astérisque (*).

- * JACQUES, Lieutenant; répétiteur de physique à l'École Militaire, 33, avenue de la Couronne, à Ixelles lez-Bruxelles.
- JACOBS, Fernand, Président de la *Société belge d'Astronomie*, 21, rue des Chevaliers, à Bruxelles.
- KESTENS, Capitaine d'artillerie adjoint d'État-Major, 216, chaussée de Wavre, à Ixelles lez-Bruxelles.
- KERSTEN, J., Ingénieur, Inspecteur général des charbonnages patronnés par la Société générale pour favoriser l'industrie nationale, 32, rue de Neufchatel, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.
- LAGRANGE, Eug., Professeur à l'École Militaire, 60, rue des Champs-Élysées, à Ixelles lez-Bruxelles.
- * LAGRANGE, Ch., Professeur à l'École Militaire, 42, rue Sans-Souci, à Ixelles lez-Bruxelles.
- LANCASTER, Albert, Directeur du Service météorologique à l'Observatoire royal, 297, avenue Brugmann, à Uccle.
- LAMBIOTTE, Directeur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages réunis de Roton-Farciennes, à Tamines.
- LARMOYEUX, Ernest, Ingénieur des Mines, 7, rue du Bailli, à Bruxelles.
- MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur du Service géologique de Belgique, 107, rue Belliard, à Bruxelles.
- RABOZÉE, H., Capitaine du Génie, 18, rue du Conseil, à Ixelles lez-Bruxelles.
- ROERSCH, Léon, Ingénieur honoraire des mines, 124, avenue Brugmann, à Bruxelles.
- RUTOT, Aimé, Ingénieur honoraire des Mines, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, 177, rue de la Loi, à Bruxelles.
- SCHMITZ (le R. P. Gaspar), S. J., Directeur du *Musée géologique des Bassins houillers belges*, à Louvain. (Adresse : Musée Houiller, 11, rue des Récollets, Louvain.)
- STAINIER, X., Membre de la Commission géologique de Belgique, Professeur à l'Université de Gand.
- VAN DEN BROECK, Ernest, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.
- WATTEYNE, V., Ingénieur en chef des Mines, 196, avenue de la Couronne, à Ixelles lez-Bruxelles.
- WILLEMS, J., Capitaine commandant du Génie, 174, rue Royale-Sainte-Marie, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

Sociétés de Charbonnages inscrites à la Société belge de Géologie en qualité de Membres à perpétuité, ou à vie (les 2 dernières).

- Société des CHARBONNAGES DE MONCEAU-FONTAINE, à Monceau-sur-Sambre. (Délégué : M. Vital Moreau, Directeur gérant.)
- Société anonyme des CHARBONNAGES DE BASCOUP. (Délégué : M. Lucien Guinotte, Directeur-Administrateur.)
- Société anonyme des CHARBONNAGES DE HORNU ET WASMES, à Wasmes. (Délégué : M. Gédéon Deladrière, Régisseur.)

- Société anonyme des CHARBONNAGES DE MARIEMONT. (*Délégué* : M. Raoul Warocqué, Administrateur délégué).
- Société anonyme du CHARBONNAGE DU BOIS D'AVROY, à Sclessin-Ougrée (Liège). (*Délégué* : M. Bogaert, Hilaire, 201, Quai de Fragnée, Liège.)
- Compagnie des CHARBONNAGES BELGES, à Frameries. (*Délégué* : M. Isaac Isaac, Directeur-gérant.)
- Société anonyme des CHARBONNAGES UNIS DE L'OUEST DE MONS, à Boussu. (*Délégué* : M. Arthur Dupire.)
- Société anonyme de MARCINELLE COUILLET, à Marcinelle (Charleroi). (*Délégué* : M. Nestor Évrard, Directeur-gérant.)
- Société anonyme des CHARBONNAGES, HAUTS FOURNEAUX ET USINES DE STRÉPY-BRACQUEGNIES, à Strépy-Bracquegnies. (*Délégué* : M. Amour Sottiaux, Directeur-gérant.)

Liste des Membres de la Société,

inscrits comme adhérents à la Section, en vue d'assister à ses séances et réunions et d'en recevoir séparément les publications.

- BAUWENS, Léonard, Receveur des contributions, 33, rue de la Vanne, à Bruxelles.
- COSSOUX, Léon, Ingénieur civil, ex-Ingénieur du Gouvernement russe au Caucase, 34, rue de Bériot, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.
- * DAMRY, Albert, Vérificateur en chef des Poids et Mesures, 3, place du Nouveau-Marché-aux-Grains, à Bruxelles.
- DE BUSSCHERE, A., Conseiller à la Cour d'appel, 82, rue Mercelis, à Ixelles lez-Bruxelles.
- DE SCHRYVER, Ferdinand, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 29, rue du Prince-Royal, à Ixelles lez-Bruxelles.
- * DWELSHAUVERS-DERY, V., Professeur à l'Université, 5, Quai Marcellis, à Liège.
- FÉLIX, J., Docteur en médecine, 397, avenue Louise, à Bruxelles.
- FIÉVEZ, Charles, Trésorier de la *Société belge d'Astronomie*, 43, Trois-Tilleuls, à Boitsfort.
- GILBERT, Théod., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.
- GILLET, Ingénieur de la Résidence royale, 215, avenue de la Reine, à Laeken.
- GOLDSCHMIDT, Robert, Docteur en sciences, 495, avenue Louise, à Bruxelles.
- HANKAR-URBAN, Albert, 15, rue Montoyer, à Bruxelles.
- HANS, J., Ingénieur civil, 119, rue du Commerce, à Bruxelles.
- HEUSEUX, L., Ingénieur, Directeur-gérant des charbonnages de Courcelles-Nord, à Courcelles.
- JACQUES, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la *Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.
- KEMNA, Ad., Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau, 6, rue Montebello, à Anvers.
- LAMBERT, Guillaume, Ingénieur, 42, boulevard Bischoffsheim, à Bruxelles.

LAMBIN, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 31, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

LATINIS, Léon, Ingénieur-expert, à Seneffe.

LEMONNIER, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, à Bruxelles.

* LE PAIGE, Directeur de l'Observatoire de Cointe, près Liège.

MABILLE, Valère, Industriel, à Mariemont.

PAQUET, Gérard-Th., Capitaine retraité, 74, chaussée de Forest, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

PASSELECQ, Albert, Ingénieur, Directeur du charbonnage du Midi de Mons, 54, rue du Hautbois, à Mons.

PIÉRET, Victor, Ingénieur en chef provincial du Brabant, 19, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.

PIERPONT (Édouard DE), au château de Rivière, par Profondeville-s/Meuse.

POSKIN, Achille (Dr), 15, avenue du Marteau, à Spa.

PUTTEMANS, Charles, Professeur de chimie à l'École industrielle, 9, rue Van Bemmel, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.

SIMOENS, G., Dr ès sciences minérales, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

SQUILBIN, Henri, Ingénieur, 8, avenue des Arts, à Anvers.

VAN BELLINGEN, Constant, Ingénieur, 70, rue Montoyer, à Bruxelles.

* WALRAVENS, Henri, Assistant météorologiste à l'Observatoire, à Uccle.

WAUTERS, J., Chimiste de la Ville, 83, rue Souveraine, à Ixelles lez-Bruxelles.

WEYERS, J., 35, rue Joseph II, à Bruxelles.

WIRTGEN, P.-J., Major en retraite, 7, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

ABONNÉS

AU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

- 1 Administration des BATIMENTS CIVILS, à Bruxelles.
- 2 Service général des CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, à Bruxelles.
- 3 INSTITUT CARTOGRAPHIQUE MILITAIRE, à La Cambre.
- 4 ÉCOLE DE GUERRE, à La Cambre.
- 5 SERVICE D'HYGIÈNE, à Bruxelles.
- 6 INSPECTION DU GÉNIE, à Bruxelles.
- 7 RÉGIMENT DU GÉNIE, à Anvers.
- 8 ÉCOLE NORMALE, de Bruxelles.
- 9 SOCIÉTÉ ANONYME DES PHOSPHATES, de la Malogne.
- 10 M. BÉRANGER, Libraire, à Liège.
- 11 BIBLIOGRAPHIE DE BELGIQUE, à Bruxelles.
- 12 M. DIETRICH, Libraire, à Bruxelles.
- 13 M. DULAU, Libraire, à Londres.
- 14 M. Max WEG, Libraire, à Leipzig.
- 15 M. TWIETMEYER, libraire, à Leipzig.
- 16 SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE, à Bruxelles.
- 17-18 MM. MISH et THRON, Libraires, à Bruxelles (2 abonnements).
- 19 M. GAMBER, J., librairie française et étrangère, 2, rue de l'Université, à Paris.
- 20 M. Younc J. PENTLAND, libraire, 38, West Smithfield, à Londres. E. C.
- 21 The Library of the UNIVERSITY OF CALIFORNIA, à Berkeley (Californie)
U. S. A.
- 22 Faculté des Sciences de L'UNIVERSITÉ DE CLERMONT-FERRAND.

(22 abonnements.)

LISTE DES PUBLICATIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

SECRÉTARIAT : 39, PLACE DE L'INDUSTRIE, A BRUXELLES

1° BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE. (Mémoires et Procès-verbaux réunis.)

Première série :

Tomes I (1887) à X (1896), représentant ensemble 3,460 pages de *Mémoires*, accompagnés de 112 planches; 3,131 pages de *Procès-verbaux* des séances et 744 pages de *Traductions, Reproductions*; Tables, etc.; soit ensemble 7,335 pages.

Nota.— Une TABLE DÉCENNALE des matières (1887-1896) sera ultérieurement publiée.

Deuxième série :

Tomes XI (1897) à XVII (1903).

Prix de vente et d'abonnement : **20 francs** le volume.

Prix pour les membres : **10 francs**.

2° PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES (tirés séparément à un chiffre très limité).

ONT PARU :

Tomes I (1887) à X (1896) de la première série.

Tomes XI (1897) à XVII (1903) de la deuxième série.

Prix de vente et d'abonnement : **10 francs** le volume.

Prix pour les membres : **5 francs**.

3° NOUVEAUX MÉMOIRES (Série nouvelle in-4°, publiée supplé-
mentairement au Bulletin). — Mémoire n° 1, 1903, CH. BOMMER,
Les Causes d'erreur dans l'étude des empreintes végétales.

(Mémoire in-4° de 31 pages, avec dix planches, dont huit coloriées.)

**4° PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE LA SECTION
PERMANENTE D'ÉTUDES DU GRISOU**, de la Société
belge de Géologie.

ONT PARU :

Tome I de la série spéciale (année 1898). Un volume de 171 pages de Procès-
verbaux, accompagné de deux *Mémoires* (de MM. Harzé et Van den Broeck)
formant ensemble 56 pages. — Prix : **5 francs**. (S'adresser au *Secrétariat*.)

Fascicules II à VI. (Procès-verbaux de séances spéciales de la Section.)

Prix : 0 fr. 50 par fascicule.

5° LA PLUIE EN BELGIQUE, par A. LANCASTER, Directeur du
Service météorologique de l'Observatoire royal d'Uccle. — Un
volume de 224 pages grand in-8°, avec une planche, et
accompagné de la **CARTE PLUVIOMÉTRIQUE DE LA
BELGIQUE**, à l'échelle du 400 000°.

(Données statistiques fournies par 282 stations. Observations faites depuis le
siècle dernier jusqu'au 31 décembre 1892.)

Prix de l'ouvrage complet : **9 francs**. — Pour les membres : **4 francs**.

Prix du volume : **5 francs**. — Prix de la carte en couleurs : **5 francs**; de
la carte en bistre : **1 franc**. — Réduction de 40 % en librairie.

Pour les membres. Prix du volume : **fr. 2.50**; de la carte en couleurs :
fr. 2.50; de la carte en bistre : **30 centimes**.

Nota. — Des *conditions spéciales* sont faites aux Administrations publiques et
aux libraires pour toute commande dépassant cinq exemplaires.

6° CARTE GÉNÉRALE DE LA PARTIE MÉRIDIONALE DE LA MER DU NORD, dressée d'après les sondages les plus récents, par C.-J. VAN MIERLO, ingénieur hydrographe de l'État belge, assisté par M. *Ém. Spysschaert*, second de l'Hydrographie.

Document publié en 1897 par la *Société belge de géologie*. Édité chez H. Lamertin, libraire-éditeur, rue du Marché-au-Bois, à Bruxelles.

Prix de vente : **4 francs**. — Pour les membres de la Société : **2 francs**.

7° CARTE LITHOLOGIQUE DES FONDS DE LA MER DU NORD AVOISINANT LA CÔTE BELGE, par M. C.-J. VAN MIERLO, assisté par M. *Ém. Spysschaert*.

Fascicule de 47 pages de texte et tableaux, accompagnant la carte.

Prix de vente : **4 francs**. — Pour les membres de la Société : **2 francs**.

8° PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES SPÉCIALES CONSACRÉES A L'ÉTUDE DES SABLES BOULANTS.

Cinq fascicules, exposant les travaux de la Section en 1901 et 1902, ont paru. Il n'a été tiré que *quarante* exemplaires, destinés à la vente, de l'ensemble de ces fascicules, formant un volume de 234 pages, gr. in-8°, dont le prix est fixé à **5 francs**. (**3 francs** pour les membres, port compris.)

9° FASCICULE SPÉCIAL contenant les communications, discussions et mémoires consacrés à **L'ÉTUDE, PAR L'EMPLOI DES MATIÈRES COLORANTES (FLUORESCÉINE), DES EAUX COURANTES SOUTERRAINES** (eaux alimentaires en régions calcaires).

Vade mecum indispensable à toute Administration communale, Société ou Compagnie technique de travaux d'eaux alimentaires, etc., ayant à se préoccuper de drainage souterrain, de l'étude des eaux alimentaires, de leur origine et de l'éventualité de leur contamination, spécialement en régions à *sous-sol calcaire*.

Il n'a été tiré qu'un très petit nombre d'exemplaires de ce travail d'ensemble, constituant un volume gr. in-8° de 213 pages.

Prix : **5 francs** (**3 francs** pour les membres, port compris).

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser au SECRÉTARIAT de la Société.

LISTE
DES
AUTEURS D'OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

REÇUS EN DONS

PAR LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PENDANT L'ANNÉE 1904

DONS D'AUTEURS

(La pagination se rapporte aux Procès-Verbaux des séances mensuelles
fournissant les titres des ouvrages reçus.)

Abel, O., pp. 259, 260.
Agamennone, G., p. 258.
Andrimont (René d'), pp. 166, 167.
Angerman, Cl., p. 32.
Arcidiacono, S., p. 167.
Arctowski, H., p. 261.
Bergeron, J., p. 75.
Berkeley Cotter, J.-C., p. 234.
Bertrand, Jean, p. 144.
Blankenburg, W., p. 145.
Boelsm, Georg., p. 5.
Briquet, A, p. 197.
Brunhes, B., p. 33.
Brunhes, J., p. 33.
Bucler, H., p. 42.
Burns, D., p. 233.
Buttgenbach, H., p. 199.
Byl, E., p. 197.

Carez, L., pp. 197, 198.
Cayeux, L., pp. 74, 167.
Choffat, Paul, p. 144.
Cornet, J., pp. 75, 93, 168, 198, 258.
Credner, H., pp. 5, 42.
Cumont, G., pp. 93, 198.
Cuvelier, E., p. 168.
Darapsky, L., p. 261.
De Angelis d'Ossat, G., p. 93.
Deladrier, E., pp. 168, 199.
Delaunay, H., p. 93.
De Leener, G., p. 42.
Delépine, G., p. 233.
Delgado, J.-F. Nery, p. 144.
Denil, E., p. 43.
De Wildeman, E., p. 32.
Dienert, F., p. 200.
Dobrowlowski, A., p. 32.

- Dollfus, G.**, pp. 198, 234.
Dollo, L., pp. 42, 200, 258, 261.
Doudou, E., p. 32.
Dreger, J., p. 260.
Du Fief, J., p. 75.
Dubuisson, L., p. 168.
Etzold, F., p. 33.
Feolde, G., p. 42.
Ferrero, E., p. 260.
Fievez, Ch., p. 33.
Forir, H., p. 42.
Fourreau, F., pp. 33, 167.
Fournier, E., p. 75.
Gaudry, Albert., p. 5.
Gautier, A., p. 75.
Geikie, A., p. 260.
Gerard, L., p. 198.
Gesell, Al., p. 42.
Gilbert, G.-K., p. 144.
Gomes, J.-B., p. 234.
Graux, L., p. 260.
Greindl (Baron L.), p. 200.
Haack, H., p. 145.
Habets, A., p. 42.
Halaváts, Gyula, p. 144.
Halet, F., p. 200.
Harmant, E., p. 198.
Harzé, E., p. 76.
Haug, E., p. 167.
Henriksen, G., p. 33.
Hepites, St.-C., pp. 33, 167.
Hoefer, H., p. 198.
Hoernes, R., p. 260.
Issel, A., p. 74.
Jouckheere, Ed., p. 74.
Kafka, J., p. 144.
Kalecsinszky (Al. von), p. 5.
Karpinsky, A., p. 74.
Katzer, Fr., p. 75.
Kemna, Ad., p. 5.
Kilian, W., p. 167.
Koristka, K., p. 144.
Krzyzanowski, J., p. 167.
Labat, A., p. 93.
Labeau, A., p. 233.
Lagrange, E., p. 200.
Lambert, G., p. 234.
Lang, Otto, pp. 93, 260.
Lapparent (A. de), pp. 5, 76, 260.
Láska, W., pp. 5, 33, 260.
Le Couppey de la Forest, M., pp. 75, 76, 167, 168, 200, 260.
Leriche, M., pp. 5, 6.
Lohest, M., p. 42.
Magnin, p. 75.
Maillicux, E., p. 76.
Malaise, C., p. 33.
Marboutin, F., p. 93.
Martel, E.-A., pp. 76, 93, 198.
Mathieu, E., p. 76.
Mazelle, Ed., p. 6.
Mieg, M., pp. 94, 144.
Ministère de l'Agriculture, p. 260.
Montessus de Ballore (F. de), pp. 42, 93, 168, 260.
Mourlon, M., pp. 6, 43, 76.
Noël, C., p. 198.
Pasquier, E., p. 93.
Pavlow, A.-P., p. 43.
Phleps, O., p. 75.
Poskin, A., pp. 74, 234.
Prinz, W., pp. 94, 200.
Putzeys, E., pp. 43, 75, 169, 200.
Rahir, Ed., p. 76.
Ramond, G., p. 198.
Raspillaire, E., p. 43.
Ricco, A., p. 168.
Rutot, A., pp. 94, 169, 199, 258.
Sacco, F., pp. 43, 198.
Schulz-Briesen, B., pp. 168, 200.
Seguenza, L., pp. 33, 43, 44.
Sieberg, A., p. 93.

Simoens, G., pp. 169, 199, 200.

R. Society of London, p. 42.

Spring, W., pp. 74, 145.

Stalnier, X., pp. 76, 200, 201, 259.

Stasse, E., p. 199.

Stübel, A., p. 94.

Tecqmonne, M., p. 259.

Thieullen, O., p. 199.

Toula, F., pp. 6, 261.

Van den Broeck, E., pp. 43, 76, 201.

van Erthorn (le baron O.), p. 259.

Vanhove, D., p. 93.

White, James, pp. 74, 199.

Wysocki, St., p. 167.

Yermoloff, A., p. 93.

Zittel (Karl A. von), pp. 44, 75.

Zlatarski, G. N., p. 199.

(1) Don de M. l'Ingénieur *Gobert*.

EXPOSÉ DE L'ÉTAT DES ÉCHANGES

au 31 décembre 1904.

LISTE

DES

ACADÉMIES, INSTITUTS, SOCIÉTÉS SAVANTES, MUSÉES, REVUES, JOURNAUX, ETC.

EN RELATIONS D'ÉCHANGE DE PUBLICATIONS

AVEC LA

Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie

RELEVÉ DES ENVOIS REÇUS PENDANT L'ANNÉE 1904

(Le numéro initial est celui de l'inscription du périodique à la Bibliothèque.)

AFRIQUE.

- 2406 **Cape-Town.** Department of Agriculture. Geological Commission (*Annual Report*). 1903.
- 4309 — Geological Commission. South African Museum (*Annals*). 1903-1904 : 1-6.
- 4494 **Johannesburg.** Société géologique (*Transactions*). 1903 ; 1904 ; 1-2.
- 3687 **Pietermaritzburg.** Geological Survey (*Report*). 1901-1904.

AMÉRIQUE.

- 1328 **Albany.** New York State Museum (*Report of the State Geologist*).
Baltimore. John Hopkins University.
- 1734 — *American Chemical Journal*. 1904 : 1-3.
- 1735 — *Circulars*. 1903.
- 2662 — Maryland Geological Survey (*Volume*). 1902.
- 3004 — Maryland Weather Service (*Volume*).
- 2243 **Buenos-Aires.** Museo Nacional (*Anales*). II, 1903 ; III, 1904.
- 3337 — *Comunicaciones*. 1901.
- 2823 **Buffalo.** Society of Natural Sciences (*Bulletin*). VIII, 1903 : 1-3.
- 3648 **Brooklyn.** Museum of the Institute of Arts and Sciences. 1902.

- Cambridge (Mass.).** Museum of Comparative Zoology (Harvard College).
 2109 — *Bulletin*. XLII, 1903 : 5; XLIII, 1904 : 1-3; XLIV, 1904 : XLV, 1904 : 1-3.
 2109^b — *Mémoires*.
 2109^{ter} — *Annual Report*. 1903-1904.
 3311 **Chicago.** The Journal of Geology. 1904.
 3741 **Columbus.** Ohio State University (Board of Trustees) (*Annual Report*). 1903 : 2.
 2097 **Davenport.** Academy of Natural Science (*Proceedings*).
 2825 **Des Moines.** Iowa Geological Survey (*Ann. Rep.*). 1902.
 523 **Halifax.** Nova Scotia Institut of Natural Science (*Proc. and Trans.*). 1901 : 3-4.
 2207 **Indianapolis.** Department of Geology and Natural Resources (*Annual Report*). 1903.
 2481 — Indiana Academy of Science (*Proceedings*). 1902.
 1407 **Jefferson-City.** Geological Survey of Missouri (*Report*).
Lawrence. University Geological Survey of Kansas.
 2688 — *Annual Bulletin*.
 2258 — Kansas University Quarterly (*Science Bulletin*). II, 1903-1904 : 1-15.
 1736 **Lima.** Sociedad Geografica (*Boletin*).
 4457 — Corps des ingénieurs des Mines du Pérou (*Boletin*). 1902 : 3-14.
 2824 **Madison.** Wisconsin Academy of Science, Arts and Letters (*Transactions*). 1902 : 1.
 — Wisconsin Geological and Natural History Survey.
 3217 — Scientific Series (*Bulletin*). XII, 1903 : 3.
 3218 — Economic Series (*Bulletin*). 1901-1903.
 2663 **Meriden.** Scientific Association (*Transactions*).
 2289 **Mexico.** Instituto geologico (*Boletin*).
 2994 — Sociedad científica « Antonio Alzate » (*Memorias*). XVIII, 1902 : 3-6; XIX, 1903 : 1-7; XX, 1904 : 1-4.
Minneapolis. Geological and Natural History Survey of Minnesota. (*N'existe plus.*)
 639 — *Annual Report*.
 639^b — *Bulletin*.
 2368 — Minesota Academy of Natural Science (*Bulletin*).
 3289 **Montevideo.** Museo nacional (*Anales*). 1904.
 2070 **New Haven.** American Journal of Science. 1904.
 2091 — Connecticut Academy of Arts and Sciences (*Transactions*).
New York. Academy of Sciences (late Lyceum of Natural History).
 1162 — *Transactions*.
 1162^{bis} — *Annals*. 1902 : 1-2.
 1162^{ter} — *Memoirs*.
 2047 — Science.

- 1965 **Ottawa.** Rapport annuel. 1885-1900.
 1964 — Geological Survey of Canada (*Palaeozoic fossils*).
Philadelphie. Academy of Natural Sciences.
 2089 — *Proceedings*. 1903 : 2-3; 1904 : 1.
 2089b — *Journal*, XII, 1902 : 3-4.
 2257 **Philadelphie.** American Philosophical Society (*Proceedings*). 1903-1904.
 2257b — Memorial volume.
 1597 **Rochester.** Geological Society of America (*Bulletin*). XIV, 1903.
 1575 — Rochester Academy of Sciences (*Proceedings*). IV, 1903-1904.
 4372 **San Salvador.** Museo nacional (*Anales*). 1903-1904.
 3219 **São Paulo.** Museu São Paulo (*Revista*).
 4005 **Stanford.** Leland Stanford Junior University (*Publications*). 1903-1904.
 4497 — Annual Register, XIII, 1903-1904.
 2023 **Topeka (Kansas).** Kansas Academy of Science (*Transactions*).
 2513 — The University Geological Survey of Kansas (*Volume*).
 2569 — Board of Irrigation Survey and experiment (*Report*).
 1261 **Trenton.** Geological Survey of New Jersey (*Ann. Report*). 1903.
 3686 — *Volume*.
Washington. Geological Survey United States of America.
 1292 — *Bulletin*. 1904.
 1405 — *Monographs*. XLIV, 1903 — XLVI, 1904.
 1406 — *Annual Reports*. XXIV, 1902-1903.
 1523 — *Mineral Resources*. 1902.
 3492 — *Topographic sheets*.
 4495 — *Water-Supply and Irrigation Papers*. 1902-1904.
 4496 — *Professional Papers*. 1902-1904.
 1164 — Smithsonian Institution (*Annual Report*).
 1163 — National Museum (*Report*). 1902.
 3799 — *Bulletin*.
 3800 — *Proceedings*. XXIV, 1902 — XXVI, 1903.
 1795 — Department of Agriculture. United States of America (*Yearbook*).
 1942 — The Microscope.
 2515 — American Monthly microscopical Journal.

ASIE.

- Calcutta.** Geological Survey of India.
 4548 — *General Report*. 1902-1903.
 4549 — *Records*. XXXI, 1904 : 1.
 4550 — *Memoirs*. 1903, 1904 : 1.
 4551 — *Palaeontologia Indica*. 1903.

Tokio. Imperial University Japan.

- 1731 — *Journal*. XVIII, 1903 : 5-6-7 ; XIX, 1903 : 3, 4, 11-20.
 2689 — *Calendar*.
 — Geological Survey of Japan.
 2913 — *Cartes géologiques*.
 2914 — — *agronomiques*.
 2915 — — *topographiques*.

EUROPE.**ALLEMAGNE.**

- 3423 **Aix-la-Chapelle.** Deutsches meteorologische Jahrbuch.
Berlin. Königlische-preussische Akademie der Wissenschaften.
 2090 — *Mathem. und Naturw. Mittheil.* (Ne paraît plus).
 2607 — *Sitzungsberichte*. 1904.
 — Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.
 4101 — *Zeitschrift*. 1904.
 4102 — *Verhandl.* (Ne paraît plus.)
 2016 — Deutsche geologische Gesellschaft (*Zeitschrift*). 1903 : 3-4; 1904 : 1-2.
 3170 — Königlich-preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie (*Jahrbuch*). XXII, 1901 : 4; 1902 : 1-3; 1903 : 1-2.
 3312 — Zeitschrift für praktische Geologie. (Abonnement.) 1904.
Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westphalens und des Reg.-Bezirks Osnabrück.
 1408 — *Verhandlungen*. LX, 1903 : 2.
 2405 — Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Sitzungsberichte*). 1903 : 2.
Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden.
 903 — *Sitzungsberichte und Abhandlungen*. 1903 : 2; 1904 : 1.
 553 **Erfurt.** Königlische Akademie der Wissenschaften (*Jahrb.*).
Francfort-s/Mein. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.
 1759 — *Abhandlungen*. 1902 : 3; 1903 : 1.
 1960 — *Bericht*. 1904.
 2071 **Fribourg-en-Brisgau.** Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg I. B. (*Bericht*), 1904.
 4105 **Giessen.** Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Bericht*).
Göttingen. Königlische Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.
 2111 — *Nachrichten* : Mathem.-phys. Klasse. 1903 : 6; 1904 : 1-5.
 2371 — *Abhandlungen*.
 2411b — *Geschäftliche Mittheilungen*. 1903 : 2; 1904 : 1.

- Halle.** Kaiserliche Leopoldin. Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher.
- 2098 — *Leopoldina*.
- 2098b — *Acta*.
- 2568 — Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft (*Zeitschrift für Elektrochemie*). 1904.
- 4493 **Königsberg.** Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft (Schriften). XLIV, 1903.
- 1021 **Leipzig.** Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen.
- Vereins für Erdkunde.
- 2608 — *Mittheilungen*. 1903.
- 3171 — *Jahresbericht*.
- 3220 — *Wissenschaftliche Veröffentlichungen*. 1904.
- 3310 — Geologisches Centralblatt. (Abonnement.) V, 1904.
- Munich.** Königliche-bayerische Akademie der Wissenschaften.
- 2013 — *Sitzungsberichte*. 1903 : 4-5; 1904 : 1-2.
- 2014 — *Abhandlungen*. XXI, 1900 : 3.
- 1554 **Rostock.** Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg (*Archiv*). 1902 : 2; 1903 : 1.
- 1798 **Strasbourg.** Geologische Specialkarte von Elsass-Lothringen (*Abhandlungen*).

AUTRICHE-HONGRIE.

- Budapest.** Königlich Ungarische geologische Anstalt.
- 1012 — *Jahresbericht*. 1901.
- 1013 — *Mittheilungen*.
- 1011 — Ungarische geolog. Gesellschaft (*Földtani Közlöny*). XXXIII, 1903 : 10-12; XXXIV, 1904 : 1-10.
- Cracovie.** Académie des sciences.
- 1041 — *Bulletin international*. 1903 : 10; 1904 : 1-7.
- 1559 — *Rosprawy*. 1903.
- 1600 — *Sprawozdanie*. XXXVII, 1903.
- 2290 — Cartes géologiques de la Galicie.
- 3647 **Laibach.** Die Erdbebenwarte. III, 1903 : 6-12.
- Prague.** Königlich-böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.
- 3308 — *Sitzungsberichte*. 1903.
- 3309 — *Jahresbericht*. 1903.
- Vienne.** Kaiserlich-königliche Akademie der Wissenschaften.
- 2021 — *Sitzungsberichte*. (Math.-Nat. Classe.) 1901 : 8-10; 1902 : 1-9.
- 2022 — *Denkschriften*. 1902.
- 2021b — Philos.-Histor. Classe.
- 720 — Kaiserlich-königliches naturhistorisches Hofmuseum (*Annalen*).

Vienne. Kaiserlich-königliche geologische Reichsanstalt.

- 2259 — *Verhandlungen*. 1903 : 16-18; 1904 : 1-12.
 2259b — *Jahrbuch*. LII, 1902 : 2.
 2960 — Geologische Karte ($\frac{1}{75\ 000^e}$).

BELGIQUE.

- 911 **Anvers.** Société royale de Géographie d'Anvers (*Bulletin*). XXVII, 1903 : 4; XXVIII, 1904 : 1-3.

Bruxelles. Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

- 1181 — *Bulletin*. 1903 : 11-12; 1904 : 1-8.
 1182 — *Annuaire*. 1904.
 1891 — *Mémoires*. LIV, 1904 : 6.
 1892 — *Mémoires couronnés et autres*, LXIII, 1903 : 8; LXIV, 1903; LXV, 1904 : 1-2; LXVI, 1904.
 1892b — *Mémoires des Savants étrangers*. LXII, 1903.
 2209 — Annales des Mines (Ministère de l'Industrie et du Travail). VIII, 1903 : 4; IX, 1904.
 1340 — Association belge des Chimistes (*Bulletin*).
 2095 — Bulletin de l'Agriculture (Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics). 1904 : 1-4.
 1250 — Annales des travaux publics (Ministère de l'Agriculture). 1904 : 1-5.
 — Ministère de l'Industrie et du Travail.
 1890 — *Carte géologique au 40 000^e*. Livr. 14. 1904.
 2454 — *Bibliographia geologica*. A : VIII.
 980 — Ciel et Terre. XXV, 1904.
 2096 — La Technologie sanitaire. IX, 1903 : 13-24; X, 1904 : 1-10.
 3338 — Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (*Mémoires*). 1903.
 691 — *Bulletin*. (*Ne paraît plus.*)
 371 — *Carte géologique au 20 000^e*. (*Ne paraît plus.*)
 — Observatoire Royal.
 1184 — *Annales*.
 1161 — *Bulletin quotidien*. 1904.
 1161b — *Bulletin mensuel*.
 3073 — *Bulletin mensuel du magnétisme terrestre*. 1903 : 11.
 1183 — *Annuaire météorologique*. 1904.
 1183b — *Annuaire astronomique*. 1905.
 — Société belge d'Astronomie.
 2265 — *Bulletin*. IX, 1904.
 2266 — *Annuaire*. 1904.
 2370 — *Bibliographia astronomica*.

- Bruxelles.** Société belge de Microscopie.
- 1471 — *Annales.*
- 1471b — *Bulletin.*
- Société belge des Ingénieurs et des Industriels.
- 2288 — *Rapport annuel.*
- 1797 — *Bulletin.*
- Société d'Archéologie de Bruxelles.
- 1619 — *Annuaire.* XV, 1904.
- 1690 — *Annales.* XVIII, 1904.
- 1042 — Société royale belge de Géographie (*Bulletin*). 1903 : 6; 1904 : 1-4.
- 2356 — Société d'études coloniales (*Bulletin*).
- Société royale de Médecine publique.
- 1825 — *Tablettes mensuelles.* 1903 : 12; 1904 : 1-10.
- 1826 — *Bulletin.* XX, 1903 : 2; XXI, 1903 : 1.
- 1168 — Société royale malacologique de Belgique (*Annales*).
- Société scientifique de Bruxelles.
- 1166 — *Revue des questions scientifiques.* V, 1904; VI, 1904 : 1-3.
- 1167 — *Annales.* XXVII, 1902 : 4; XXVIII, 1903 : 1-4.
- 3005 — Chine et Sibérie.
- 2514 — Société d'Anthropologie (*Bulletin*). XX, 1901; XXI, 1902.
- 3174 — Institut géographique de l'Université nouvelle (*Publications*). IX, 1904.
- 3262 — Musée du Congo (*Annales*). 1904.
- 3264 — Cercle d'études des agronomes de l'État (*Bulletin*). 1904 : 9.
- 3287 — La Chronique des Travaux publics.
- 4270 — Revue de l'Ingénieur et Index technique, 1903; 1904.
- 4269 — Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand (*Annales*). I, 1902 : 4; 1903; 1904 : 1.
- 689 — Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie (*Bull.*). XVIII, 1904 : 1-3.
- 4061 — *Nouveaux mémoires in-4°.*
- 2687 — *Section permanente d'études du grisou (Procès-Verbaux).*
- 2369 **Gembloux.** Institut chimique et bactériologique (*Bulletin*). 1904 : 74.
- 519 **Huy.** Cercle des Naturalistes hutois (*Bulletin*). 1903 : 3-4; 1904 : 1-3.
- 1371 **Liège.** Société géologique de Belgique (*Annales*). XXX, 1902 : 2; XXXI, 1903 : 1-2.
- 4241 **Liège.** Liège-Exposition (*Journal*). 1904.
- 4060 **Mons.** Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut (*Mémoires*). V, 1903.

DANEMARK.

- 2108 **Copenhague.** The Danish Biological Station (*Report*).
 3742 — Dansk Geologisk Forening (*Meddelelser*).

ESPAGNE.

Madrid. Comision del Mapa geologico de España.

- 2072 — *Boletin*.
 2072b — *Memorias*. V, 1904.
 4504 — Real Sociedad geografica (*Boletin*). 1904 : 1-2.
 4547 — Real Academia de Ciencias (*Revista*). 1904 : 1-5.

FRANCE.

Abbeville. Société d'Émulation.

- 981 — *Bulletin*.
 2264 — *Mémoires in-8°*.
 2264b — — *in-4°*.
 2821 **Aix-en-Provence.** Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*).
 2056 **Angers.** Société d'études scientifiques (*Bulletin*). XXXII, 1902.
 2261 — Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts (*Mémoires*).
 2010 **Autun.** Société d'Histoire naturelle (*Bulletin*). XVI, 1903.
 2664 **Béziers.** Société d'études des Sciences naturelles (*Bulletin*). XXV, 1902.
 2260 **Bordeaux.** Société Linnéenne (*Actes*). VIII, 1903.
Caen. Société Linnéenne de Normandie.
 1793 — *Bulletin*. VII, 1903.
 1793b — *Mémoires*. XXI, 1902-1904 : 1.
 2057 — Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*). 1903.
 1723 **Caen.** Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences (*Bulletin*).
 2262 **Carcassonne.** Société d'études scientifiques de l'Aude (*Bulletin*). XIV, 1903.
 1832 **Evreux.** Société normande d'études préhistoriques (*Bulletin*). XI, 1903.
 2480 **Grenoble.** Société de statistique des Sciences naturelles et des Arts industriels de l'Isère (*Bulletin*). VII, 1904.
 3307 — Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des sciences de l'Université. VII, 1903 : 1.
 4239 **Laval.** Palaeontologia Universalis (*Abonnement*). Fasc. II (1904).
 1326 **Le Havre.** Société géologique de Normandie (*Bulletin*). XXII, 1902; XXIII, 1903.

- Lille.** Société géologique du Nord.
- 697 — *Annales*. XXXII, 1903; XXXIII, 1904 : 1-2
- 697b — *Mémoires*.
- 2263 **Lyon.** Société d'Agriculture, d'Histoire naturelle. etc. (*Annales*). I, 1903.
- 3491 **Montsouris.** Observatoire municipal (*Annales*). IV, 1903 : 3-4; V, 1904 : 1-2.
- 4236 **Nancy.** Société de Géographie de l'Est (*Bulletin*). XXIV, 1903 : 4; XXV, 1904 : 2.
- 1749 **Nantes.** Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France (*Bulletin*). XIII, 1903 : 3-4; XIV, 1904 : 1-2.
- 4373 **Paris.** Association française pour l'avancement des sciences (*Comptes rendus des sessions*), V, 1876 — XXIII, 1894; XXVI, 1897 — XXXI, 1902.
- Académie des Sciences.
- 2017 — *Mém. sav. étrang.*
- 2018 — *Mémoires*.
- 2019 — *Mém. Pass. Vénus*
- 2020 — *Comptes rendus des séances*. CXXXVIII, 1904; CXXXIX, 1904.
- 2009 — *Annales des Mines*. IV, 1903 : 11-12; V, 1904 : 1-7; VI, 1904 : 8-9.
- 534 — *Feuille des Jeunes Naturalistes*. 1903-1904, nos 399-408; 1904-1905 : 409.
- 534b — *Catalogue*.
- 1967 — *Muséum d'Histoire naturelle (Bulletin)*. 1903 : 5-8; 1904 : 1-6.
- 1818 — *Service de la Carte géologique détaillée de la France (Bulletin)*. XIV, 1902 : 94-95; XV, 1903 : 96-99.
- Société de Géographie.
- 2043 — *Comptes rendus des séances*.
- 2044 — *Bulletin*. VIII, 1903 : 6; IX, 1904 : 1-6; X, 1904 : 1-4.
- 1197 — *Société d'Hydrologie médicale (Annales d'Hydrologie)*. VIII, 1903 : 12; IX, 1904 : 1-9.
- 2045 — *Société française de Minéralogie (Bulletin)*. XXVI, 1903 : 7-8; XXVII, 1904 : 1-7.
- Société géologique de France.
- 1290 — *Bulletin*. IV, 1904 : 1.
- 1290b — *Compte rendu sommaire des séances*.
- Société de Spéléologie.
- 2148 — *Bulletin (Spelunca)*. IV, 1902; V, 1903 : 32-37.
- 2191 — *Mémoires (Jointes au Bulletin)*.
- 2793 — *Revue critique de Paléozoologie*. VII, 1903; VIII, 1904.
- 2856 — *Écho des mines et de la métallurgie*. XXXI, 1904.
- 3263 — *École d'anthropologie (Revue)*. XIV, 1904.
- 3389 — *Journal du Pétrole*. 1904.
- Société des Ingénieurs civils de France.
- 3424 — *Bulletin*. 1903 : 11-12; 1904 : 1-10.
- 3425 — *Procès-Verbaux*. 1902; 1903; 1904.
- 3426 — *Annuaire*. 1904.

- 3615 **Paris.** Annales de Géographie, XII, 1903, n° 66; XIII, 1904 : 67-72.
 4237 — La Revue technique. XXV, 1904.
 4238 — Société d'anthropologie (*Bulletin*). IV, 1903 : 4-6; V, 1904 : 1.
 3688 **Rennes.** Société scientifique et médicale de l'Ouest (*Bulletin*). XII, 1903 : 3-4; XIII, 1904 : 1-2.
Saint-Étienne. Société de l'Industrie minière.
 2041 — *Comptes rendus des séances.* 1904.
 2042 — *Bulletin et atlas.* III, 1904 : 1-4.
Toulouse. Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres.
 2058 — *Bulletin et Mémoires.* III, 1903.

GRANDE-BRETAGNE.

- 3739 **Edinburgh.** Scottish geographical Society (Magazine). XX, 1904.
 1968 **London.** Geologist's Association (*Proceedings*). XVIII, 1903 : 1-9.
 — Geological Society of London.
 1010 — *Quarterly Journal.* LX, 1904.
 2288 — *Geological Literature.* 1903.
 1450 — Geological Survey of the United Kingdom (*Memoirs*). 1904.
 — Royal Society of London.
 2048 — *Proceedings.* LXXII, 1903, n° 487; LXXIII, 1904; LXXIV, 1904 : 498-502.
 2545 — *Year-Book.*
 2690 — The Colliery Guardian. 1904, n°s 2244 à 2294.
 2995 — The geological Magazine. I, 1904.
 3422 — British Association for the Advancement of Science (*Report*). (Don de M. l'ingénieur A. Gobert.)
 3798 — Nature.
 3933 — Zoological Society (*Proceedings*). 1903 : 2; 1904.
 3934 — *Transactions.*
 4455 — Royal Geographical Society (*The geographical Journal*). XXIII, 1904; XXIV, 1904.
 4458 — *Proceedings.*
 3740 — British Museum (Natural History) (*Catalogue*). 1894-1896; 1899-1900.
Newcastle. North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers.
 2665 — *Transactions.* LI, 1901 : 7; LIII, 1903 : 2-4; LIV, 1903 : 1-6; LV, 1904 : 1.
 2666 — *Annual Report.* 1903-1904.
 4505 **Norwich.** Norfolk and Norwich Naturalists' Society (*Transactions*). VII, 1899-1904 : 1-5.
 2040 **Plymouth.** Marine Biological Association of the United Kingdom (*Journal*). VII, 1904 : 1.

ITALIE.

- 4407 **Acireale.** Accademia di Scienze de gli Zelanti (*Atti e Rendiconti*). II, 1902-1903.
- 4406 **Bologne.** Rivista Italiana di Paleontologia. X, 1904 : 1-2.
- Catane.** Accademia Gioenia di Scienze Naturali.
- 2026 — *Atti*. XVI, 1903.
- 2289 — *Bollettino*. 1903, n° 79; 1904 : 80-82.
- Milan.** Società italiana di Scienze naturali e Museo civico di storia naturale in Milano.
- 1989 — *Atti*. XLII, 1903 : 4; XLIII. 1904 : 1-3.
- 1989b — *Memorie*.
- Naples.** Società reale di Napoli (Reale Accademia di Scienze fisiche e matematiche).
- 2012 — *Atti*.
- 2011 — *Rendiconto*.
- 837 — Società africana d'Italia (*Bollettino*). 1903; 1904 : 1-11.
- 4503 **Pavie.** Rivista di fisica, matematica e Scienze naturali. V, 1904 : 49-59.
- 4492 **Pérouse.** Giornale di geologia pratica. I, 1903; II, 1904 : 1-4.
- Pise.** Società toscana di Scienze naturali.
- 2054 — *Procès-Verbaux*. XIV, 1903 : 1-4.
- 2055 — *Mémoires*.
- 343 **Rome.** Carte géologique d'Italie. Feuilles 201-204; 213-215; 223.
- 319 — Office météorologique (*Bulletin*).
- 293 — Reale Comitato Geologico d'Italia (*Bollettino*). IV, 1903 : 3-4; V, 1904 : 1-2.
- Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei.
- 3086 — *Memorie*.
- 3087 — *Atti*. LVII, 1903.
- 2254 — Società geologica italiana (*Bollettino*). XXII, 1903; XXIII, 1904 : 1.
- 1797 **Rome et Modène.** Società sismologica d'Italia (*Bollettino*). IX. 1903; X, 1904 : 1-3.
- 2255 **Turin.** Accademia delle Scienza di Torino (*Atti*). XXXIX, 1903.

NEERLANDE.

- Amsterdam.** Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
- 2037 — *Verhandelingen*. X, 1903-1904 : 1-6.
- 2038 — *Verslagen*. XII, 1903-1904.
- 2039 — *Jaarboek*. 1903.
- 224 **Haarlem.** Musée Teyler (*Archives*). VIII, 1902-1903 : 5.
- 2024 **Leide.** Geolog. Leide Museum (*Sammlung*). 1904 : 3.

NORVÈGE.

Bergen. Bergens Museum.

- 2287 — *Aarbog.* 1903 : 3; 1904 : 1-2.
 2267 — *Mémoires.*
 2836 — *Report.*
 3288 — *Aarsberetning.* 1903.

PÉNINSULE BALKANIQUE.

- 1966 **Belgrade.** Annales géologiques de la Péninsule balkanique.

PORTUGAL.

- 530 **Lisbonne.** Comissão do Serviço Geológico de Portugal (*Comunicações*),
 V, 1903 : 1-2.
 4545 — Sociedade de Geographia (*Boletim*). 1904 : 9-10.
 1160 **Porto.** Sociedade Carlo Ribeiro (Revista de Sciencias naturais e sociaes).

ROUMANIE.

- 2372 **Bucharest.** Bureau géologique (*Harta geologica generala*).
 2678 — Museului de Geologia (*Anuarul*). (Publication ajournée).
 3172 — Institut météorologique de Roumanie (*Annales*). XVI, 1900.
 4156 **Jassy.** Annales scientifiques de l'Université, III. 1904 : 1.

RUSSIE et FINLANDE.

- 1596 **Helsingfors.** Société de Géographie de Finlande (*Bulletin*).
 2961 — Commission géologique de la Finlande (*Bulletin*). XII, 1902;
 XIII, 1902; XIV, 1903.
 864 **Kiew.** Société des Naturalistes (*Mémoires*). XVIII, 1901.
Moscou. Société Impériale des Naturalistes.
 2256 — *Bulletin.* 1903 : 2-4; 1904 : 1.
 3173 — *Nouveaux mémoires.*
 4546 **Novo-Alexandria.** Annuaire géologique et minéralogique de la Russie. I,
 1896 — VI, 1904; VII, 1904 : 1-2-3.
Saint-Pétersbourg. Académie impériale des Sciences.
 1889 — *Bulletin.* XIII, 1900 : 4-5; XIV, 1901 — XVI, 1902; XVII,
 1902 : 1-4.
 1889b — *Mémoires.*

Saint-Petersbourg. Comité géologique de Russie.

- 840 — *Bulletin*, XXII, 1903 : 1-4.
 840b — *Bibliothèque géologique de la Russie* (suppl. au Bull.).
 889 — *Mémoires*. XIX, 1902 : 2; 1903 : 5-9; 12.
 842 — Russ.-kaiserl. mineralog. Gesellschaft (*Verhandl.*).
 XLI, 1904 : 1.
 843 — Matériaux pour servir à la géologie de la Russie. XXI,
 1903 : 2.
 2192 — Section géologique du cabinet de S. M. l'Empereur
 (*Travaux*). VI, 1904 : 1.
 — Société impériale des Naturalistes de Saint-Petersbourg.
 990 — *Comptes rendus des séances*.
 990b — *Section de géologie et de minéralogie*.

SUÈDE.

1970 **Lund.** Universitas Lundensis (*Acta*). XXXVIII, 1902.

Stockholm. Konglig. svenska vetenskap Akademie.

- 1223 — *Bihang*. (Ne paraît plus.)
 1224 — *Ofversigt*. (Ne paraît plus.)
 1222 — *Handlingar*. XXXVI, 1903; XXXVII. 1903 : 4.
 4403 — Arkiv för Zoologi. I, 1903 : 1-4.
 4404 — — Botanik. I, 1903; II, 1904; III, 1904 : 1-3.
 4405 — — Kemni, Mineralogi och Geologi I, 1903 : 1-2.
 2092 **Uppsala.** University of Upsala Geol. Inst. (*Bulletin*).

SUISSE.

- 4240 **Fribourg.** Société des Sciences naturelles (*Mémoires*). III, 1903 : 1.
 — — — (*Bulletin*).
 688 **Lausanne.** Société géologique suisse (*Eclogae geol. Helv.*) (*Mittheil.*).
 2269 — Société vaudoise des Sciences naturelles (*Bulletin*). XXXIX, 1903,
 n° 148; XL, 1904, nos 149-150.
 2093 **Zurich.** Naturforsch. Gesellschaft in Zurich (*Vierteljahrsschrift*). XLVII, 1902 :
 3-4; XLVIII, 1903 : 1-2.

TURQUIE.

1971 **Constantinople.** Observatoire impérial (*Bulletin*).

OCÉANIE.

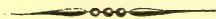
NOUVELLE-GALLES DU SUD.

Sydney. Australian Museum.

- 1601 — *Reports.* 1903.
 1664 — *Records.* V, 1903 : 2-3.
 982 — Department of Mines and Agriculture (*Ann. Report*).
 — Geological Survey of New South Wales.
 642 — *Records.*
 983 — *Mémoires.*
 983b — *Mineral Resources.*
 2268 — Australian Mining Standard. 1904 : nos 791-835.

VICTORIA.

- 235 **Melbourne.** Secretary of Mines (*Ann. Report*). 1903.
 1438 — Zoology of Victoria (*Prodromus*).
 2667 — Geological Survey of Victoria (*Progress Report*).
 2667b — *Records.*
 2267^{ter} — *Memoirs.* 1903 : 1.
 4271 — *Bulletins.* 1903 : 9-11.
 3336 — Royal Society of Victoria (*Proceedings*). XVI, 1903 : 2; XVII, 1904 : 1.



INDEX ALPHABÉTIQUE

DES

LOCALITÉS BELGES

AU SUJET DESQUELLES LE PRÉSENT VOLUME FOURNIT DES

RENSEIGNEMENTS GÉOLOGIQUES, PALEONTOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

DRESSÉ PAR

L. DEVAIVRE

Bibliothécaire de la Société.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = Figure dans le texte (1).

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
A Abhooz Aertselaer Anderlecht Anvers Arlon Assche	<i>Pr.-Verb.</i> 176, 1. <i>Pr.-Verb.</i> 191, 3. — <i>Mém.</i> 226, 1. <i>Mém.</i> 230, 232, 1, 2; 233, 2. <i>Pr.-Verb.</i> 191, 3. — <i>Mém.</i> 226, 1. <i>Pr.-Verb.</i> 330-331, 2. <i>Pr.-Verb.</i> 179, 3.

(1) Les chiffres précédés des mentions *Pr.-Verb.* et *Mém.*, qui accompagnent les noms des localités, indiquent respectivement la pagination des Procès-Verbaux et celle des Mémoires. Les chiffres gras et les signes divers qui suivent correspondent à une classification des matières ainsi établie : **1** = *Terrain éruptif* et *Terrain primaire*; **2** = *Terrain secondaire*; **3** = *Terrain tertiaire*; **4** = *Terrain quaternaire et moderne*. Le chiffre gras **5** indique que le texte fournit des données relatives aux *phénomènes géologiques*, le chiffre **6** signifie qu'il donne des renseignements *hydrologiques*. Lorsque les renseignements fournis proviennent d'une coupe de *puits artésien*, ces derniers chiffres sont suivis du signe *p. a.* Les localités pour lesquelles sont citées des *sources minérales* sont indiquées par le signe *s. m.* L'astérisque * accompagnant un chiffre gras indique la présence de liste de fossiles ou de renseignements paléontologiques quelconques. *Fig.* signifie : figure dans le texte. *Pl.* : Planche à la fin du volume.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = figure dans le texte.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Auderghem Aywaille	<i>Mém.</i> 229, 1, 2 . <i>Pr.-Verb.</i> 53, 1 .
B	
Baelen-Hoelst	<i>Pr.-Verb.</i> 186, 1, 2, 3 ; 188, 1 .
Beersel	<i>Pr.-Verb.</i> 190, 3 .
<i>Belgique</i>	<i>Pr.-Verb.</i> 99-108, 5, 6 ; 145-150, 5 . — <i>Mém.</i> 125-137; 139-151, fig. 5 .
<i>Belgique (basse)</i>	<i>Pr.-Verb.</i> 61-63, 6 .
Berchem-Sainte-Agathe	<i>Mém.</i> 230, 1, 2 .
Bernissart	<i>Pr.-Verb.</i> 121-122, 2* .
Beverloo	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 3 .
Bois-d'Avroy	<i>Pr.-Verb.</i> 173, 176, 1 .
<i>Brabant</i>	<i>Mém.</i> 214, 2* .
Breendonck	<i>Pr.-Verb.</i> 191, 3 .
Bruxelles	<i>Mém.</i> 153-171, 1, 2, 3, 4, 6 , p. a.; 225, 1 ; 231, 2 ; 233, 234, 237, 1, 2 .
C	
<i>Campine (La)</i>	<i>Pr.-Verb.</i> 8; 64-65, 6 ; 183, 3, 6 ; 215-216, 1, 1* ; 253-254, 1 . — <i>Mém.</i> 190-205, 1 ; 196-205, 5 .
Capellen	<i>Pr.-Verb.</i> 241, 4 .
Ciply	<i>Mém.</i> 213, 2* .
Coursel	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 6 ; 186, 1, 2, 3, 4 ; 188, 1 .
Cureghem	<i>Mém.</i> 230, 231, 232, 1, 2 ; 236, 2 ; 240, 6 .
D	
<i>Dinant (Bassin de)</i> Droogenbosch	<i>Mém.</i> 187-205, 1 ; 196-205, 5 . <i>Mém.</i> 228, 1 .
E	
Eprave	<i>Pr.-Verb.</i> 117-120, 4, 6 .
Esschen	<i>Pr.-Verb.</i> 241, 4 .
Eysden	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 6 ; 187, 1, 2, 3, 4 ; 189, 1 .

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = figure dans le texte.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
F	
<i>Flandres (Les)</i>	<i>Pr.-Verb.</i> 66-67, 5 . — <i>Mém.</i> 115-124, fig. 6 .
Forest	<i>Mém.</i> 225, 229, 230, 1 .
G	
Gheel	<i>Pr.-Verb.</i> 187, 1, 2, 3, 4 ; 189, 1 .
Grand-Manil	<i>Pr.-Verb.</i> 169-173, fig. 1 .
H	
Haeren	<i>Mém.</i> 239, 2 .
<i>Hainaut</i>	<i>Mém.</i> 214, 216, 2* .
Haine-Saint-Pierre	<i>Pr.-Verb.</i> 267, 4 .
Han	<i>Pr.-Verb.</i> 239, 6 .
Helchteren-Kruysven	<i>Pr.-Verb.</i> 187, 1, 2, 3, 4 ; 189, 1 .
Heppen	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 6 ; 187, 1, 2, 3, 4 ; 189, 1 .
Hérentals	<i>Pr.-Verb.</i> 190, 3 .
Hersthal	<i>Pr.-Verb.</i> 97, 173, 1 .
Heyst-op-den-Berg	<i>Pr.-Verb.</i> 190, 3 .
Hoboken	<i>Pr.-Verb.</i> 191, 3 . — <i>Mém.</i> 226, 1 .
Hassegem-Dries	<i>Pr.-Verb.</i> 179, 3 .
I	
Ixelles	<i>Mém.</i> 229, 232, 1 .
J	
Jette	<i>Pr.-Verb.</i> 179, 3 .
K	
Kessel	<i>Pr.-Verb.</i> 190, 2 ; 191, 2, 3, 4 .
Koekelberg	<i>Mém.</i> 234, 1, 2 .
L	
Laeken	<i>Pr.-Verb.</i> 179, 3 ; 274-291, 1, 2, 3, 4 ; 291, 2* ; 291-292, 6 . — <i>Mém.</i> 225, 1 ; 234, 235, 236, 1, 2 ; 237, 2 .
Leuth-Roeteweide	<i>Pr.-Verb.</i> 188, 1 .
Leval-Trahegnies	<i>Pr.-Verb.</i> 236-237, 3 ; 268, 4 .
Liège	<i>Pr.-Verb.</i> 96-97, 1 .
<i>Liège (Province de)</i>	<i>Mém.</i> 214, 2* .
<i>Limbourg (Province de)</i>	<i>Mém.</i> 214, 216, 2* .

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = figure dans le texte.

NOMS ET LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Lonzée <i>Luxembourg (Province de)</i>	<i>Mém.</i> 213, 215, 2* . <i>Pr.-Verb.</i> 56-59, fig. 2, 3, 4, 5 .
M	
Machelen Malines	<i>Mém.</i> 240, 6 . <i>Pr.-Verb.</i> 109, 4, 6 ; 190, 2 ; 191, 2, 3, 4 ; 192, 3 . — <i>Mém.</i> 226, 1 .
Marihayé	<i>Pr.-Verb.</i> 175, 1 .
Merxplas	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 190, 3 ; 191, 2, 3, 4 .
Molenbeek-Saint-Jean	<i>Mém.</i> 230, 1 ; 231, 233, 234, 1, 2 ; 236, 2 .
Mons	<i>Mém.</i> 215, 2* .
Montegnée	<i>Pr.-Verb.</i> 96-98, 1 .
Mouscron	<i>Pr.-Verb.</i> 10-12, 1, 2, 3, 4, 6 , p. a.
N	
<i>Namur (Bassin de)</i> — (<i>Province de</i>)	<i>Mém.</i> 187-205, 1 ; 196-205, 5 , <i>Mém.</i> 214, 2* .
Neder-Leest	<i>Pr.-Verb.</i> 176, 3 .
Neder-Over-Heembeek	<i>Pr.-Verb.</i> 179, 3 .
Norderwyck	<i>Pr.-Verb.</i> 191, 3 .
O	
Oolen	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 3* ; 187, 1, 2, 3, 4 ; 189, 1 ; 191, 1 .
P	
Pannenhuyt	<i>Mém.</i> 235, 2 .
Philippeville	<i>Mém.</i> 127, fig. 5 .
Q	
Quenast	<i>Pr.-Verb.</i> 46-52, 5 .
R	
Renaix	<i>Pr.-Verb.</i> 161-163, fig. 5 .
Ressaix	<i>Pr.-Verb.</i> 174-175, 1 .
Rhode-Saint-Genèse	<i>Mém.</i> 228, 1 .
Ruysbroeck	<i>Mém.</i> 228, 1 .

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; 2 = T. secondaire; 3 = T. tertiaire; 4 = T. quaternaire et moderne; 5 = Phénomènes géologiques; 6 = Hydrologie; p. a = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = figure dans le texte.

NOMS ET LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
S	
Saint-Georges	<i>Pr.-Verb.</i> 174, 1.
Saint-Gilles	<i>Mém.</i> 225, 229, 1; 231, 2; 232, 1, 2.
Saint-Josse-ten-Noode	<i>Mém.</i> 225, 233, 1.
Santhoven	<i>Pr.-Verb.</i> 190, 2; 191, 2, 3, 4.
Schaerbeek	<i>Pr.-Verb.</i> 179, 4. — <i>Mém.</i> 234, 235, 2.
Senne (<i>Vallée de la</i>)	<i>Pr.-Verb.</i> 151-160, 5; 178-182, 3, 4, 5, 6.
Soignies	<i>Pr.-Verb.</i> 237, 4, 4*.
Soye	<i>Pr.-Verb.</i> 176-177, 1.
Spiennes	<i>Mém.</i> 213, 2*.
Spy	<i>Pr.-Verb.</i> 173, 1.
Sulsique	<i>Pr.-Verb.</i> 161-163, 5.
Sur-les-Trixhe	<i>Pr.-Verb.</i> 270, 4.
Sutendael	<i>Pr.-Verb.</i> 187, 1, 2, 3, 4; 189, 1.
T	
Termonde	<i>Pr.-Verb.</i> 210-214, 3, 6, p. a.
Trieu-de-Leval	<i>Pr.-Verb.</i> 235, 3*.
Trois-Fontaines	<i>Mém.</i> 240, 6.
Turnhout	<i>Pr.-Verb.</i> 316-317, 6.
U	
Uccle	<i>Mém.</i> 229, 1.
V	
Villers-le-Gambon	<i>Pr.-Verb.</i> 52-55, 1.
Vilvorde	<i>Mém.</i> 239, 2; 240, 6.
Vlimmeren	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 3; 186, 1, 2, 3, 4; 188, 1; 190, 2, 3; 191, 2, 3, 4.
W	
Westerloo	<i>Pr.-Verb.</i> 184, 3, 3*; 190, 191, 3. — <i>Mém.</i> 226, 1.

TABLE DES PLANCHES

PROCÈS-VERBAUX.

PLANCHE A.

A. Faidiga. — Hodographe du tremblement de Terre de Sinj (2 juillet 1898).

PLANCHE B.

Baron O. van Ertborn. — Diagramme de la Campine par 51°20', parallèle de Turnhout.

PLANCHE C.

F. Halet. — Coupes des puits du Heyssel et du Gros-Tilleul, à Laeken.

MÉMOIRES.

PLANCHE I.

Montessus de Ballore. — Carte sismique du Pérou méridional et du Chili.

PLANCHE II.

F. Dienert. — Observations thermométriques faites à la source « L'Abime » et à la rivière « La Blaise ». — Courbes des températures.

PLANCHE III.

E. Deladrier. — Essai d'une carte tectonique de la Belgique.

PLANCHE IV.

W. Prinz. — Croquis tectonique des régions rhénanes, d'après la carte de M. C. Regelman.

PLANCHE V.

W. Prinz. — Pièces cylindriques soumises à une pression Sud-Nord, accompagnée d'une déviation Ouest-Est de la moitié australe et montrant les petits anticlinaux fusiformes dont l'association constitue les régions plissées de quelque étendue.

PLANCHE VI.

L. Dollo. — Les Mosasauriens de la Belgique : genre *Plioplatecarpus* (Mosasaurien plongeur).

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS.

PLANCHE I.

Schulz-Briesen. — Carte d'ensemble du bassin westphalien rhénan avec l'indication des principaux morts-terrains.

PLANCHE II.

Schulz-Briesen. — Coupes des sondages exécutés dans le bassin westphalien rhénan.

PLANCHE III.

Schulz-Briesen. — Coupes transversales en diverses régions du bassin westphalien rhénan.

PLANCHE IV.

Schulz-Briesen. — Coupes longitudinales du bassin westphalien rhénan. — Coupe hypothétique au travers du district de Wildenaath-Erkelenz-Schleidener.

PLANCHE V.

Schulz-Briesen. — Esquisse du bassin houiller des provinces rhénanes, des Pays-Bas et du Nord de la Belgique, à l'échelle du 600 000^e. — Coupes d'ensemble et sondages renseignant sur les gisements de houille et de sels de potasse de la rive gauche du Rhin.

TABLE DES MATIÈRES

DES

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

DISPOSÉES SYSTÉMATIQUEMENT
ET PAR ORDRE DE CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE

PAR

L. DEVAIVRE

Bibliothécaire de la Société.

Géologie et paléontologie générales.

	PR - VERB. Pages.	MÉM. Pages. (1)
Aug. Lameere. <i>Faune entomologique de l'Afrique équatoriale. « Longicornes-Prioninæ »</i>	67	
J. Cornet. <i>Premières notions de géologie</i>	85	
Prof. Abel. Causes probables de l'extinction des Ichthyosauriens et des Mosasauriens	202	
L. Dollo. L'origine des Mosasauriens	208	217
Archibald Geikie. <i>Éléments de Géologie sur le terrain</i>	306	
Ad. Kemna. Les récentes découvertes de poissons fossiles primitifs. (Deuxième notice.)		3

Phénomènes géologiques. (Volcanisme et sismicité exceptés.)

Baron L. Greindl. Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg	55
Édouard Jonckheere. <i>L'origine de la côte de Flandre et le bateau de Bruges</i>	66

Nota. — Les communications dont les titres sont imprimés en italiques représentent des articles inclus dans le *Bulletin bibliographique* annexé aux Procès-Verbaux des séances, et les titres imprimés en petits caractères correspondent aux articles de la rubrique : *Nouvelles et Informations diverses*. — Lorsqu'un titre se rapporte à la fois à plusieurs des dix-neuf rubriques de cette table il se trouve indistinctement reproduit dans chacune d'elles.

(1) Les chiffres gras entre parenthèses indiquent la pagination des « Traductions et Reproductions ».

	PR. VERB. Pages.	Mém. Pages.
E. Deladrier. Essai de carte tectonique de la Belgique	79	125
J. Cornet. La signification morphologique des collines des Flandres	98	115
Baron L. Greindl. Quelques objections théoriques à l'hypothèse d'une superposition du réseau hydrographique de la Belgique à un réseau de failles préexistant	98	
Suite de la discussion sur l'Essai de Carte tectonique de la Belgique, présenté par M. Deladrier	145	
G. Simoens. Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne	151	
F. Halet. Un glissement de terrain aux environs de Renaix	161	
Le pétrole et les anticlinaux	163	
A. Rutot. Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Panisélien.	178	
J. E. S. Moore. <i>The Tanganyika Problem.</i>	294	
Tito Alippi. <i>Le « Baturlio della Marina » dans le pays d'Arezzo et la « Romba di Sassuolo » dans les environs de Modène et de Bologne</i>	312	
Envahissement de la mer sur les côtes de la Frise	318	
W. Prinz. Quelques remarques générales à propos de l'essai de carte tectonique de la Belgique présenté par M. Deladrier. (Planches IV et V.).	79	139
X. Stainier. Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges.		187
F. de Montessus de Ballore. Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique.		243
J. Cornet. La Meuse ardennaise		(21)

Lithologie. Minéralogie. Cristallographie.

Richesses minérales en Mandchourie.	140
H. Buttgenbach. La présence de l'or au Katanga.	145
Capitaine Mathieu. Observations microscopiques sur la roche porphy- roïde de Grand-Manil	169
X. Stainier. Du caractère éruptif de la porphyroïde de Grand-Manil	170
X. Stainier. Sur les minéraux du terrain houiller de la Belgique	173
Alb. Maurice et Lucien Denoël. <i>Analyse des charbons des sondages de la Campine</i>	216
F. Rionne. <i>Le microscope polarisant</i>	225
Guillaume Lambert. <i>Découverte d'un puissant gisement de minerais de fer dans le grand bassin houiller du Nord de la Belgique</i>	255
Ph. Moulan. <i>Origine et formation des minerais de fer</i>	310

Géologie régionale.

	PR.-VERB. Pages.	Mém. Pages
A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	10	
A.-C. Seward. <i>Les flores fossiles de la Colonie du Cap</i>	24	
G. Simoens. Sur la présence de cherts dans le calcaire devonien	52	
Baron L. Greindl. Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg	55	
Édouard Jonckheere. <i>L'origine de la côte de Flandre et le bateau de Bruges</i>	66	
Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal	69	
Françis Laur. Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles	70	
Nouvelles découvertes houillères. — Le sondage de Châtillon-Commentry et l'état général actuel des sondages dans le Pas-de-Calais	71	
St. Meunier. Contribution à la connaissance des formations lutéciennes au Sénégal	72	
J. Cornet. <i>Premières notions de géologie</i>	85	
X. Stainier. Un conglomérat du Houiller moyen de Liège	95	
J. Cornet. La signification morphologique des collines des Flandres	98	115
F. Halet. Sur le gisement de la pirogue découverte dans la vallée de la Dyle, à Malines	108	
Émile Deladrier. Recherches souterraines aux environs d'Éprave	117	
Richesses minérales en Mandchourie	140	
H. Buttgenbach. La présence de l'or au Katanga	145	173
Suite de la discussion sur l'Essai de Carte tectonique de la Belgique, présenté par M. Deladrier	145	
G. Simoens. Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne	151	
F. Halet. Un glissement de terrain aux environs de Renaix	161	
X. Stainier. Sur les minéraux du terrain houiller de la Belgique	173	
Ch. Lejeune de Schiervel et F. Halet. Coupe transversale de la vallée de la Senne, à Bruxelles. (<i>Présentation du travail.</i>)	178	
A. Rutot. Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Panisielien	178	
O. van Erthorn. <i>Sondages houillers de la Campine</i>	183	
E. Lozé. <i>La houille dans l'Empire du Japon</i>	192	
O. van Erthorn. Les puits artésiens de la région de Bruxelles dans leurs rapports avec la topographie souterraine des terrains primaire et crétacé	208	
P. Fourmarier et A. Renier. <i>Étude paléontologique et stratigraphique du Terrain houiller du Nord de la Belgique</i>	215	
J.-M.-K. Pennink. <i>De « prise d'eau » der Amsterdamsche duinwaterleiding</i>	217	
A. Rutot. Nouvelles trouvailles dans le Montien supérieur	235	

	PR.-VERB. Pages.	MÉM. Pages.
A. Rutot. Le facies sparnacien du Landenien supérieur, aux sablières de la Courte, à Leval-Trahegnies.		236
A. Rutot. Nouvelles découvertes paléontologiques dans les carrières du Hainaut, à Soignies.		237
E. Deladrier. Un projet de détournement de la Lesse dans la région de Han		239
Eug. Dubois. Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas. (<i>Traduction de l'anglais avec une note additionnelle par M. O. VAN ERTBORN.</i>) (Planche B.)		240
Guillaume Lambert. Découverte d'un puissant gisement de minerais de fer dans le grand bassin houiller du Nord de la Belgique		255
L. Carez. Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luç et d'Ardos (Pyrénées)		254
O. van Erthorn. De l'âge du « Flandrien » de la province d'Anvers et du pays de Waes		258
A. Rutot. Sur la non existence, comme terme autonome de la série quaternaire, du limon dit « des hauts plateaux »		262
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.)		274
J. E. S. Moore. <i>The Tanganyika Problem.</i>		294
Le tunnel du Simplon au mois d'octobre 1904		313
Envahissement de la mer sur les côtes de la Frise		318
Jérôme. Compte rendu sommaire des excursions, dans les Luxembourgs belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.		330
Émile Deladrier. Essai d'une carte tectonique de la Belgique. (Planche III.)	79	125
W. Prinz. Quelques remarques générales à propos de l'essai de Carte tectonique de la Belgique, présenté par M. Deladrier. (Pl. IV et V.)	79	139
E. Cuvelier et L. Dubuisson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles		153
H. Buttgenbach. Les dépôts aurifères du Katanga.		173
X. Stainier. Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges		187
O. van Erthorn. De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue		223
Schulz-Briesen. A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Planches I à IV.)		(3)
J. Cornet. La Meuse ardennaise		(21)

Le nouveau bassin houiller en Campine.

A. Gobert. Établissement de puits de mine à travers les terrains aquifères salés situés à des profondeurs auxquelles le procédé Chaudron n'est pas applicable	8
O. van Erthorn. <i>Sondages houillers de la Campine</i>	183

	PR.-VERB.	Mém.
	Pages.	Pages.
P. Fourmarier et A. Renier. <i>Étude paléontologique et stratigraphique du Terrain houiller du Nord de la Belgique</i>	215	
Alb. Meurice et Lucien Denoël. <i>Analyse des charbons des sondages de la Campine</i>	216	
Guillaume Lambert. <i>Découverte d'un puissant gisement de minerais de fer dans le grand bassin houiller du Nord de la Belgique</i>	255	
X. Stainier. Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges		187

Géologie appliquée.

A. Gobert. Établissement de puits de mine à travers les terrains aquifères salés situés à des profondeurs auxquelles le procédé Chaudron n'est pas applicable	8
Le stratamètre	80
E. Putzeys. Rectification à une annexe du Procès-Verbal de la séance du 17 novembre 1903. (L'école de la rue de Rollebeek, à Bruxelles.)	90
Le pétrolé et les anticlinaux	163
Programme provisoire de la Section de Géologie appliquée du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée, à Liège en 1905.	194
Le tunnel du Simplon au mois d'octobre 1904	313
L'hygiène publique en Belgique.	316
H. Buttgenbach. Les dépôts aurifères du Katanga.	173
Schulz-Briesen. Les gisements de houille et de sels de potasse de la rive gauche du Rhin et les couches de minette du forage de Bislich. (Traduction par C. Van de Wiele.) [Planche V.]	(39)

Hydrologie.

A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	10
Ad. Kemna. Recrudescence de la fièvre typhoïde à Paris.	44
F. Dienert. Contribution à l'étude de la température des sources. (Pl. II.).	59
E. Putzeys. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique	61
A. Rutot. Sur les ressources en eau potable de la Campine Anversoise.	64
Francis Laur. Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles	70
M. le Coudray de la Forest. Sur la surveillance médicale du périmètre d'alimentation des sources vauclusiennes. Réponse à M. Putzeys	111
E. Putzeys. Les sources vauclusiennes et les zones de protection. Réponse à M. le Coudray de la Forest	113
Émile Deladrier. Recherches souterraines aux environs d'Éprave	117
M. Tecqmenne. De la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires	209

	PR.-VERB. Pages.	MÉM. Pages.
I.-M.-K. Pennink. De « prise d'eau » der Amsterdâmsche duinwater-leiding	217	
E. Deladrier. Un projet de détournement de la Lesse dans la région de Han	239	
Sources chaudes du Simplon	286	
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.)	274	
Le tunnel du Simplon au mois d'octobre 1904	313	
Les forêts et leur influence sur le régime des eaux	314	
S.-E. Lassimone. Les orages et les sources.	315	
L'hygiène publique en Belgique	316	
Installation de déferrication de la distribution d'eau à Turnhout	316	
Procédé rapide pour déterminer l'opacité des eaux	317	
E. Cuvelier et L. Dubuisson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles		153

Sondages. Puits artésiens.

A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	40	
Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal	69	
Francis Laur. Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles	70	
Nouvelles découvertes houillères. — Le sondage de Châtillon-Commentry et l'état général actuel des sondages dans le Pas-de-Calais.	71	
Le stratamètre	80	
Sondages houillers de la Campine	183	
M. Tecqmenne De la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires	209	
Trépan et Raky	228	
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.)	274	
E. Cuvelier et L. Dubuisson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles		153
O. van Erthorn. De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue		223

Tremblements de terre, Phénomènes sismiques et Volcanisme.

F. de Montessus de Ballore. Sur les tremblements de terre des Andes méridionales. (Voir aussi <i>Mémoires</i> .)	34	79
G. Simons. Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast.	46	
L'aimantation des roches volcaniques	87	
Tremblements de terre en France	88	
Russie. Un tremblement de terre sur glace la	88	

	PR.-VERB. Pages.	MÉM. Pages.
Eug. Lagrange. <i>Analyse des dix-sept premiers mémoires de la nouvelle série des rapports de la Commission autrichienne des tremblements de terre, fondée sous les auspices de l'Académie impériale des sciences de Vienne</i>	122	
H. Buttgenbach. Tremblements de terre au Katanga en 1902	143	
Albert Brun. La dernière éruption du Vésuve	228	
Agitation volcanique	256	
E. Lagrange. Les stations sismiques de Quenast et de Frameries	327	
F. de Montessus de Ballore. Les Andes méridionales sismiques. (Planche I.)	34	79
F. de Montessus de Ballore. Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique		243
G. Agamennone. Détermination des bradysismes dans l'intérieur des continents au moyen de la photographie. (Traduction par <i>G. Engerrand.</i>)		(29)

Géologie primaire.

A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	10	
G. Simoens. Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast	46	
G. Simoens. Sur la présence de cherts dans le calcaire devonien	52	
Nouvelles découvertes houillères. — Le sondage de Châtillon-Commentry et l'état général actuel des sondages dans le Pas-de-Calais	71	
X. Stainier. Un conglomérat du Houiller moyen de Liège	95	
O. van Ertborn. <i>Sondages houillers de la Campine</i>	183	
P. Fourmarier et A. Renier. <i>Étude paléontologique et stratigraphique du Terrain houiller du Nord de la Belgique</i>	215	
L. Carez. <i>Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luç et d'Ardos (Pyrénées)</i>	254	
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche G.)	274	
A. Jérôme. Compte rendu sommaire des excursions, dans les Luxembourgs belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie pendant sa session extraordinaire de 1904.	330	
E. Cuvelier et L. Dubuisson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles		153
X. Stainier. Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges		187
O. van Ertborn. De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue		223
Schulz-Briesen. A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Planches I à IV.)		(3)
Schulz Briesen. Les gisements de houille et de sels de potasse de la rive gauche du Rhin et les couches de minette du forage de Bislich. (Traduction par <i>C. Van de Wiele.</i>) [Planche V.]		(39)

Paléontologie primaire.

	PR.-VERB. Pages.	Mém. Pages.
A. Kemna. Les récentes découvertes de poissons fossiles primitifs. (Deuxième notice.) <i>Conodontes et Ptéraspidés</i>	7	3
A.-C. Seward. <i>Les flores fossiles de la Colonie du Cap</i>	24	
Pseudo-insecte du Silurien	69	
P. Fourmarier et A. Renier. <i>Étude paléontologique et stratigraphique du Terrain houiller du Nord de la Belgique</i>	215	

Géologie secondaire.

A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	10	
Baron L. Greindl. Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg	55	
O. van Erthorn. <i>Sondages houillers de la Campine</i>	183	
E. Lozé. <i>La houille dans l'Empire du Japon.</i>	192	
L. Carez. <i>Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luz et d'Ardos (Pyrénées)</i>	254	
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.).	274	
J. E. S. Moore. <i>The Tanganyika Problem.</i>	294	
A. Jérôme. Compte rendu sommaire des excursions, dans les Luxembourgs belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie pendant sa session extraordinaire de 1904	330	
E. Cuvelier et L. Dubutsson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance à Bruxelles		153
O. van Erthorn. De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue		223
Schulz-Briesen. A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Planches I à IV.)		(3)
Schulz-Briesen. Les gisements de houille et de sels de potasse de la rive gauche du Rhin et les couches de minette du forage de Bislich. (Traduction par C. Van de Wiele.) [Planche V.]		(39)

Paléontologie secondaire.

A.-C. Seward. <i>Les flores fossiles de la Colonie du Cap</i>	24
C. Eg. Bertrand. <i>Les coprolithes de Bernissart. Première partie : les coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons.</i>	121
Prof. Abel. Causes probables de l'extinction des Ichtyosauriens et des Mosasauriens	202
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.).	274

	PR.-VERB. Pages.	MÉM. Pages.
J. E. S. Moore. <i>The Tanganyika Problem.</i>	294	
A. Jérôme. Compte rendu sommaire des excursions, dans les Luxembourgs belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie pendant sa session extraordinaire de 1904.	330	
L. Dollo. Les Mosasauriens de la Belgique. (Planche VI.)		207
L. Dollo. L'origine des Mosasauriens		217

Géologie tertiaire.

A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	40
Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal	69
St. Meunier. Contribution à la connaissance des formations lutéciennes au Sénégal.	72
G. Simoens. Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne	151
Ch. Lejeune de Schiervel et F. Halet. Coupe transversale de la vallée de la Senne, à Bruxelles (<i>présentation du travail</i>).	178
A. Rutot. Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Paniselien	178
O. van Erthorn. <i>Sondages houillers de la Campine</i>	183
F. Lozé. <i>La houille dans l'Empire du Japon.</i>	192
A. Rutot. Le facies sparnacien du Landenien supérieur aux sablières de la Courte, à Leval-Trahegnies	236
Eug. Dubois. Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas. (<i>Traduction de l'anglais avec une note additionnelle par M. O. VAN ERTBORN.</i>) (Planche B.)	240
L. Carez. <i>Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luz et d'Ardos (Pyrénées)</i>	254
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.)	274
J. Cornet. Sur la signification morphologique des collines des Flandres.	115
E. Cuvelier et L. Dubuisson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles	153
Schulz-Briesen. A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Planches I à IV)	(3)
J. Cornet. La Meuse ardennaise	(21)

Paléontologie tertiaire.

Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal	69
L. Dollo. Les Mosasauriens de la Belgique. (<i>Discussion.</i>)	201
Prof. Abel. Causes probables de l'extinction des Ichthyosauriens et des Mosasauriens	202

	PR.-VERB. MÉM. Pages.	MÉM. Pages.
A. Rutot. Nouvelles trouvailles dans le Montien supérieur	235	
Eug. Dubois. Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas. (<i>Traduction de l'anglais avec une note additionnelle par M. O. VAN ERTBORN.</i>) (Planche B.)	240	

Géologie quaternaire et moderne.

A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	10
A. Rutot. Essai d'évaluation de la durée des temps quaternaires.	13
F. Halet. Sur le gisement de la pirogue découverte dans la vallée de la Dyle, à Malines	108
O. van Ertborn. <i>Sondages houillers de la Campine</i>	185
Eug. Dubois. Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas. (<i>Traduction de l'anglais avec une note additionnelle par M. O. VAN ERTBORN.</i>) (Planche B.)	240
O. van Ertborn. De l'âge du « Flandrien » de la province d'Anvers et du pays de Waes	258
A. Rutot. Sur la non-existence, comme terme autonome de la série quaternaire, du limon dit des « hauts-plateaux »	262
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.).	274
E. Cuvelier et L. Dubuisson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles	153
Schulz-Briesen. A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Planches I à IV.)	(3)
J. Cornet. La Meuse ardennaise	(21)

Paléontologie quaternaire et moderne.

A. Rutot. Nouvelles découvertes paléontologiques dans les carrières du Hainaut, à Soignies.	237
Eug. Dubois. Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas. (<i>Traduction de l'anglais avec une note additionnelle par M. O. VAN ERTBORN.</i>) (Planche B.)	240

Spéléologie.

Émile Deladrier. Recherches souterraines aux environs d'Éprave	117
Émile Deladrier. Un projet de détournement de la Lesse dans la région de Han	239

Varia.

	PR.-VERB. Pages.	MÉM. Pages.
Ad. Kemna. Recrudescence de la fièvre typhoïde à Paris.	44	
G. Simoens. Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast.	46	
Édouard Jonckheere. <i>L'origine de la côte de Flandre et le bateau de Bruges</i>	66	
E. Putzeys. Rectification à une annexe du Procès-Verbal de la séance du 17 novembre 1903. (L'école de la rue de Rollebeek, à Bruxelles.) .	90	
Le tunnel du Simplon au mois d'octobre 1904	313	
L'hygiène publique en Belgique	316	
Création, à l'école des Mines du Hainaut, d'un enseignement spécial destiné aux ingénieurs-géologues	317	
G. Agamennone. Détermination des bradysismes dans l'intérieur des continents au moyen de la photographie. (Traduction par <i>G. Engerand.</i>).		(29)

INDEX DES RUBRIQUES

DE LA

TABLE CHRONOLOGIQUE

	Pages.
1. Géologie et paléontologie générales	LIX
2. Phénomènes géologiques. (Volcanisme et sismicité exceptés.)	LIX
3. Lithologie, Minéralogie, Cristallographie	LX
4. Géologie régionale	LXI
5. Le nouveau bassin houiller de la Campine	LXII
6. Géologie appliquée	LXIII
7. Hydrologie	LXIII
8. Sondages, puits artésiens	LXIV
9. Tremblements de terre, Phénomènes sismiques et Volcanisme	LXIV
10. Géologie primaire	LXV
11. Paléontologie primaire	LXVI
12. Géologie secondaire	LXVI
13. Paléontologie secondaire	LXVI
14. Géologie tertiaire	LXVII
15. Paléontologie tertiaire	LXVII
16. Géologie quaternaire et moderne	LXVIII
17. Paléontologie quaternaire et moderne	LXVIII
18. Spéléologie	LXVIII
19. Varia	LXIX

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVIII (1904)

DU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

Séance mensuelle du 19 janvier 1904.

	Pages
V. d. W. Le professeur Karl von Zittel. (<i>Note nécrologique.</i>)	7
Ad. Kemna. Les récentes découvertes de poissons fossiles primitifs, <i>Conodontes</i> et <i>Ptéraspidés</i> . (Inséré aux <i>Mémoires.</i>)	7
A. Gobert. Établissement de puits de mine à travers les terrains aquifères <i>salés</i> situés à des profondeurs auxquelles le procédé Chaudron n'est pas applicable. (<i>Résumé et discussion.</i>)	8
A. Rutot. Le puits artésien de la gare de Mouscron	10
A. Rutot. Essai d'évaluation de la durée des temps quaternaires	13

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

A.-C. Seward. Les flores fossiles de la Colonie du Cap	24
---	----

Séance mensuelle du 17 février 1904.

F. de Montessus de Ballore. Sur les tremblements de terre des Andes méridionales. (<i>Résumé.</i>)	34
---	----

Séance mensuelle du 15 mars 1904.

	Pages.
Le professeur F. Fouqué, de l'Institut. (<i>Note nécrologique.</i>)	36
La « Bibliothèque des Sociétés savantes de Bruxelles ». Discussion	38
Ad. Kemna. Recrudescence de la fièvre typhoïde à Paris	44
G. Simoens. Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast	46
G. Simoens. Sur la présence de cherts dans le calcaire devonien.	52
Baron L. Greindl. Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg.	55
F. Dienert. Contribution à l'étude de la température des sources. (<i>Résumé.</i>)	59
E. Putzeys. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique	61
A. Rutot. Sur les ressources en eau potable de la Campine anversoise	64

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

Edouard Jonckheere. L'origine de la côte de Flandre et le bateau de Bruges.	66
Aug. Lamere. Faune entomologique de l'Afrique équatoriale. « Longicornes-Prioninæ »	67

Notes et informations diverses.

Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal.	69
Pseudo-insecte du Silurien	69
Francis Laur. Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles	70
Nouvelles découvertes houillères. — Le sondage de Châtillon-Commentry et l'état général actuel des sondages dans le Pas-de-Calais	71
St. Meunier. Contribution à la connaissance des formations lutéciennes au Sénégal	72

Séance mensuelle du 19 avril 1904.

(Les travaux présentés à cette séance sont insérés aux *Mémoires.*)

E. Deladrier et W. Prinz. Essai de carte tectonique de la Belgique. (<i>Résumé.</i>) [Voir les textes insérés aux <i>Mémoires.</i>]	79
--	----

ANNEXE A LA SÉANCE.

Le stratamètre	80
--------------------------	----

Bulletin bibliographique.

J. Cornet. Premières notions de géologie. (Compte rendu par A. Rutot.)	85
---	----

Notes et informations diverses.

L'aimantation des roches volcaniques	87
Tremblements de terre en France	88
Russie. Un tremblement de terre sur la glace.	88

Séance mensuelle du 17 mai 1904.

	Pages.
E. Putzeys. Rectification à une annexe du Procès-Verbal de la séance du 17 novembre 1903. (L'école de la rue de Rollebeek, à Bruxelles.)	90
X. Stainier. Un conglomérat du Houiller moyen de Liège.	95
J. Cornet. La signification morphologique des collines flamandes. (V. <i>Mémoires</i> .)	98
Baron L. Greindl. Quelques objections théoriques à l'hypothèse d'une superposition du réseau hydrographique de la Belgique à un réseau de failles préexistant.	98
Deladrier. Réponse aux observations de M. le baron Greindl	102
Lejeune de Schiervel. Observations au sujet de l'exposé tectonique de M. Deladrier. — Discussion.	105
F. Halet. Sur le gisement de la pirogue découverte dans la vallée de la Dyle, à Malines	108
M. le Couppey de la Forest. Sur la surveillance médicale du périmètre d'alimentation des sources vauclusiennes. Réponse à M. Putzeys	111
E. Putzeys. Les sources vauclusiennes et les zones de protection. Réponse à M. le Couppey de la Forest.	113
Émile Deladrier. Recherches souterraines aux environs d'Éprave	117

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

R. Eg. Bertrand. Les coprolithes de Bernissart. Première partie : les coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons	121
Eug. Lagrange. Analyse des dix-sept premiers mémoires de la nouvelle série des rapports de la Commission autrichienne des tremblements de terre, fondée sous les auspices de l'Académie impériale des sciences de Vienne. (Pl. A.)	122

Notes et informations diverses.

Richesses minérales en Mandchourie	140
--	-----

Séance mensuelle du 14 juin 1904.

Buttgenbach. Tremblements de terre au Katanga en 1902.	143
Buttgenbach. La présence de l'or au Katanga. (Inséré aux <i>Mémoires</i> .)	145
Deladrier. Suite de la discussion sur l'Essai de Carte tectonique de la Belgique, présenté par M. Deladrier. (Réponse aux observations de M. Greindl et discussion.)	145
G. Simoens. Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne	151
F. Halet. — Un glissement de terrain aux environs de Renaix.	161

ANNEXE A LA SÉANCE

Notes et informations diverses.

Le pétrole et les anticlinaux	162
---	-----

Séance mensuelle du 19 juillet 1904.

	Pages.
Capitaine Mathieu. Observations microscopiques sur la roche porphyroïde de Grand-Manil	169
X. Stainier. Du caractère éruptif de la porphyroïde de Grand-Manil.	170
X. Stainier. Sur des minéraux du terrain houiller de la Belgique	173
A. Rutot. Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Paniselien	178
Ch. Lejeune de Schiervel et F. Malet. Coupe transversale de la vallée de la Senne, à Bruxelles. (Paraitra dans les <i>Mémoires</i> de 1905.)	178

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

O. van Erthorn. Sondages houillers de la Campine	183
F. Lozé. La houille dans l'Empire du Japon	192

Séance mensuelle du 18 octobre 1904.

Programme provisoire de la Section de Géologie appliquée du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée, à Liège en 1905	194
Extrait du règlement ainsi que du programme d'études et de recherches de l'Institut central des Mines de Francfort-sur-Mein	195
L. Dollo. Les Mosasauriens de la Belgique. (<i>Discussion.</i>) [Voir <i>Mémoires.</i>]	201
Prof^r Abel. Causes probables de l'extinction des Ichthyosauriens et des Mosasauriens	202
L. Dollo. L'origine des Mosasauriens. (<i>Discussion.</i>) [Voir <i>Mémoires.</i>]	208
Baron O. van Erthorn. Les puits artésiens de la région de Bruxelles dans leurs rapports avec la topographie souterraine des terrains primaire et crétacé. (Inséré aux <i>Mémoires.</i>)	209
M. Teequenue. De la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires	209

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

P. Fourmarier et A. Renier. Étude paléontologique et stratigraphique du Terrain houiller du Nord de la Belgique	215
Alb. Maurice et Lucien Denoël. Analyse des charbons des sondages de la Campine	216
J.-M.-K. Pennink. De « prise d'eau » der Amsterdamsche duinwaterleiding.	217
F. Rinne. Le microscope polarisant	225

Notes et informations diverses.

Trépan et Raky	228
Albert Brun. La dernière éruption du Vésuve	228

Séance mensuelle du 15 novembre 1904.

	Pages.
W. Prinz. La déformation des matériaux de certains phyllades ardennais n'est pas attribuable au « flux » des solides. (<i>Première communication.</i>) [Sera inséré aux <i>Mémoires</i> de 1905.]	234
A. Rutot. Nouvelles trouvailles dans le Montien supérieur.	235
A. Rutot. Le facies sparnacien du Landenien supérieur aux sablières de la Courte, à Leval-Trahegnies.	236
A. Rutot. Nouvelles découvertes paléontologiques dans les carrières du Hainaut, à Soignies	237
E. Deladrier. Un projet de détournement de la Lesse dans la région de Han.	239
Eug. Dubois. Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas. (<i>Traduction de l'anglais avec une note additionnelle par M. O. VAN ERTBORN, et pl. B.</i>)	240

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

Guillaume Lambert. Découverte d'un puissant gisement de minerais de fer dans le grand bassin houiller de la Belgique.	253
L. Carez. Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luz et d'Ardos (Pyrénées).	254

Notes et informations diverses.

Agitation volcanique	256
Sources chaudes du Simplon	256

Séance mensuelle du 20 décembre 1904.

Baron O. van Ertborn. De l'âge du Flandrien de la province d'Anvers et du pays de Waes.	257
W. Prinz. La déformation des matériaux de certains phyllades ardennais n'est pas attribuable au « flux » des solides. (<i>Deuxième communication.</i>) [Sera inséré aux <i>Mémoires</i> de 1905.]	262
A. Rutot. Sur la non-existence, comme terme autonome de la série quaternaire, du limon dit « des hauts-plateaux »	262
F. de Montessus de Ballore. Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique (inséré aux <i>Mémoires</i>)	274
F. Halet. Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche C.)	274
Baron L. Greindl et E. Van den Broeck. La Classe de Géologie à la Section nationale des Sciences de l'Exposition de Liège, en 1905	292

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

J. E. S. Moore. The Tanganyika Problem	294
Archibald Geikie. Éléments de Géologie sur le Terrain	306
Ph. Moulan. Origine et formation des minerais de fer	310
Titto Alipi. Le « Baturlio della Marina » dans le pays d'Arezzo et la « Romba di Sassuolo » dans les environs de Modène et de Bologne.	312

Notes et informations diverses.

	Pages.
Le tunnel du Simplon au mois d'octobre 1904.	313
Les forêts et leur influence sur le régime des eaux	314
S.-E. Lassimone. Les orages et les sources	315
L'hygiène publique en Belgique	316
Installation de déferrification de la distribution d'eau à Turnhout	316
Création à l'École des Mines du Hainaut d'un enseignement spécial destiné aux ingénieurs-géologues	317
Procédé rapide pour déterminer l'opacité des eaux	317
Envahissement de la mer sur les côtes de la Frise	318

Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1904.

(Séance du 22 décembre 1904.)

Rapport annuel du Président.	319
E. Lagrange. Les stations sismiques de Quenast et de Frameries	327
A. Jérôme. Compte rendu sommaire des excursions, dans les Luxembourgs belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie pendant sa session extraordinaire de 1904	330
Approbation des comptes de l'année 1904 et rapport du Trésorier	335
Bilan de l'exercice 1904 et budget de 1905	336
Session annuelle extraordinaire de 1905 et programme des excursions de l'année.	337
Élections.	338
Composition du Bureau, du Conseil et des Comités.	339
Modifications à certains points des articles 11, 12, 13, 17, 19 et 20 des Statuts.	340
Coopération de la Société à la <i>Section des Sciences</i> de l'Exposition de Liège et au Congrès de Géologie appliquée à Liège, en 1905	341
Installation du Bureau pour l'exercice 1905	341

MÉMOIRES.

Ad. Kemna. Les récentes découvertes de poissons fossiles primitifs. (<i>Deuxième notice</i>).	3
F. de Montessus de Ballore. Les Andes méridionales sismiques. (Planche I.).	79
F. Dienert. Contribution à l'étude de la température des sources. (Planche II.).	108
J. Cornet. Sur la signification morphologique des collines des Flandres	115
Émile Deladrier. Essai d'une carte tectonique de la Belgique. (Planche III.).	125
W. Prinz. Quelques remarques générales à propos de l'essai de carte tectonique de la Belgique présenté par M. Deladrier. (Planches IV et V.).	139
E. Cuvelier et L. Dubuisson. Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles	153

	Pages.
H. Buttgenbach. Les dépôts aurifères du Katanga	173
X. Stainier. Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges	187
L. Dollo. Les Mosasauriens de la Belgique. (Planche VI.)	207
L. Dollo. L'origine des Mosasauriens	217
O. van Erthorn. De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue.	223
F. de Montessus de Ballore. Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique	243

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS.

Schulz-Briesen. A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Planches I à IV.)	3
J. Cornet. La Meuse ardennaise	21
G. Agamennone. Détermination des bradysismes dans l'intérieur des continents au moyen de la photographie. (Traduction par G. Engerrand.)	29
Schulz-Briesen Les gisements de houille et de sels de potasse de la rive gauche du Rhin et les couches de minette du forage de Bislich. (Traduction par C. Van de Wiele.) [Planche V.]	39

TABLES, INDEX ET LISTES

Liste générale des Membres de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie	I
Bibliothèque de la Société :	
1 ^o Liste des auteurs d'ouvrages <i>non périodiques</i> reçus en don par la Société pendant l'année 1904	XXXV
2 ^o Liste générale des échanges <i>périodiques</i> faits par la Société, comprenant la liste des ouvrages périodiques reçus en échange par la Société pendant l'année 1904	XXXVIII
Index alphabétique des localités belges au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques. .	LII
Table des planches	LVII
Table des matières des communications scientifiques , disposées systématiquement et par ordre de chronologie géologique	LIX
Index des rubriques de la Table chronologique	LXX
Table générale des matières contenues dans le tome XVIII (1904) du <i>Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie</i> . .	LXXI
Errata. (Voir ci-après, p. LXXVIII.)	



ERRATA

RELATIF A LA

TRADUCTION DE LA NOTICE DE M. DUBOIS

INTITULÉE

Sur un équivalent du Forest-Bed de Crômer dans les Pays-Bas.

Il s'est glissé quelques imperfections dans la traduction que j'ai faite du Mémoire de M. le professeur Eug. Dubois. Ainsi, page 242, dans ma Note introductive, je lui fais dire que les dépôts de Tegelen se seraient formés dans un petit lac; ce qui pourrait faire croire à un gisement tout à fait local. Il n'en est pas ainsi, M. Dubois ne parle que d'un lac parcouru par le Rhin et il faut que ce lac ait été grand, puisque l'étendue de l'argile de Tegelen reconnue à ce jour, comme on le voit page 245, s'élève à 14×8 kilomètres. De même, ce n'est pas M. Dubois qui a émis l'idée d'un *weel* et d'un *polder*.

Page 247, ligne 19, M. Stijns, à cette époque étudiant en médecine, actuellement établi comme médecin à Ruremonde, fit connaître à M. Dubois des débris fossiles du gisement de Tegelen. Ce qui permit à ce dernier de fixer l'attention des propriétaires de la briqueterie sur l'importance scientifique de ce gisement et d'y collectionner un bon nombre de restes fossiles remarquables.

Page 243, ligne 6, du « Projet d'échelle, etc., » à : « dépôts fluviaux », AJOUTEZ : marins en Hollande.

Page 244, § 2, lignes 8-9, grosses pierres, LISEZ gros blocs.

Page 245, ligne 15, horizontale, LISEZ presque horizontale.

Page 247, § 2, ligne 3 et page 249, § 3, ligne 19, daim, LISEZ cerf.

Page 249, note (1), LISEZ : C'est la variété à grandes dimensions de M. Boule, dans laquelle il voit l'ancêtre immédiat de l'*Equus caballus*.

Page 248, avant-dernière ligne, *linaria*, LISEZ *lutaria*.

Page 250, ligne 24, Witterau, LISEZ la Veteravie.

Page 251, § 2, ligne 24, se déversant dans le Rhin, LISEZ parcouru par le Rhin.

Nous ajouterons que la Paléontologie met hors de doute l'âge pliocène des couches de Tegelen et de Ryckvoorsel.

O. VAN ERTBORN.

Errata des Procès-Verbaux.

Page 181, § 8, ligne 4, *sommet* du Panisélien, LISEZ *sommet* de l'Ypresien.

Page 254, § 9, ligne 3. L'auteur désirait associer à l'hommage rendu à M. G. Lambert, son estimé confrère M. André Dumont; ce qu'un bon à tirer prématuré l'a empêché de faire.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

DIX-HUITIÈME ANNÉE — TOME XVIII — FASCICULES I-II

(DEUXIÈME SÉRIE — TOME VIII)

PROCÈS-VERBAUX : feuilles 1 à 10 et 11A (4 pages) et planche A.

MÉMOIRES : feuilles 1 à 13 et planches I à V.

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS : feuilles 1 et 2A (12 pages) et planches I à IV.

TABLES : feuilles A, B (Liste des membres) et 1 feuillet.

1904

Publié par les soins du Secrétaire général, M. E. VAN DEN BROECK



BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

Juillet 1904

SOMMAIRE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

	Pages.
Séance mensuelle du 19 janvier 1904	3
Le Professeur Karl von Zittel. (<i>Note nécrologique</i>)	7
A. Gobert. — Établissement de puits de mine à travers les terrains aquifères salés situés à des profondeurs auxquelles le procédé Chaudron n'est pas applicable. (<i>Résumé et discussion</i>)	8
A. Rutot. — Le puits artésien de la gare de Mouscron.	40
A. Rutot. — Essai d'évaluation de la durée des temps quaternaires	43
ANNEXE A LA SÉANCE DU 19 JANVIER 1904 :	
<i>Bulletin bibliographique :</i>	
A.-C. Seward. — Les flores fossiles de la Colonie du Cap	24
Séance mensuelle du 17 février 1904	32
Le Professeur F. Fouqué, de l'Institut. (<i>Note nécrologique</i>)	36
La « Bibliothèque des Sociétés savantes de Bruxelles ». Discussion	38
M. de Montessus de Ballore. — Sur les tremblements de terre des Andes méridionales. (<i>Résumé</i>)	34
Séance mensuelle du 15 mars 1904	36
Ad. Kemna. — Recrudescence de la fièvre typhoïde de Paris.	44
G. Simoens. — Quelques réflexions à propos de l'âge du volcan de Quenast .	46
G. Simoens. — Sur la présence de cherts dans le calcaire devonien. . . .	52
Greindl. — Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas- Luxembourg	53
F. Dienert. — Contribution à l'étude de la température des sources. (<i>Résumé</i>). .	59
E. Putzeys. — Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique	61
A. Rutot. — Sur les ressources en eau potable de la Campine anversoise . .	64

Bulletin bibliographique :

	Pages.
Édouard Jonckheere. — L'origine de la côte de Flandre et le bateau de Bruges.	66
Aug. Lameere. — Faune entomologique de l'Afrique équatoriale. « Longicornes-Prioninæ »	67

Notes et informations diverses :

Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal . .	69
Pseudo-insecte du Silurien.	69
Francis Laur. — Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles	70
Nouvelles découvertes houillères. — Le sondage de Châtillon-Commentry et l'état général actuel des sondages dans le Pas-de-Calais	71
St. Meunier. — Contribution à la connaissance des formations lutéciennes au Sénégal	72
Séance mensuelle du 19 avril 1904.	73

(Les travaux présentés à cette séance sont tous imprimés aux *Mémoires*.)

ANNEXE A LA SÉANCE :

Le stratamètre.	80
-------------------------	----

Bulletin bibliographique :

J. Cornet. — Premières notions de géologie.	85
--	----

Notes et informations diverses :

L'aimantation des roches volcaniques.	87
Tremblements de terre en France.	88
Russie. — Un tremblement de terre sur la glace	88
Séance mensuelle du 17 mai 1904	89

E. Putzeys. — Rectification à une annexe du Procès-Verbal de la séance du 17 novembre 1903.	90
X. Stainier. — Un conglomérat du Houiller moyen de Liège.	95
Greindl. — Quelques objections théoriques à l'hypothèse d'une superposition du réseau hydrographique de la Belgique à un réseau de failles préexistant.	98
Deladrier. — Réponse aux observations de M. le baron Greindl.	102
Lejeune de Schiervel. — Observations au sujet de l'exposé tectonique de M. Deladrier. — Discussion	105
F. Halet. — Sur le gisement de la pirogue découverte dans la vallée de la Dyle, à Malines	108
M. le Coupepy de la Forest. — Sur la surveillance médicale du périmètre d'alimentation des sources vauclusiennes. Réponse à M. Putzeys.	111
E. Putzeys. — Les sources vauclusiennes et les zones de protection. Réponse à M. le Coupepy de la Forest	113
Émile Deladrier. — Recherches souterraines aux environs d'Éprave	117

T. S. V. P.

Bulletin bibliographique :

	Pages.
<i>C. Eg. Bertrand.</i> — Les coprolithes de Bernissart. Première partie : les coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons.	121
<i>Eug. Lagrange.</i> — Analyse des dix-sept premiers mémoires de la nouvelle série des rapports de la Commission autrichienne des tremblements de terre, fondée sous les auspices de l'Académie impériale des sciences de Vienne.	122
<i>Notes et informations diverses :</i>	
Richesses minérales en Mandchourie.	140
Séance mensuelle du 14 juin 1904	142
<i>Buttgenbach.</i> — Tremblements de terre au Katanga en 1902	143
Suite de la discussion sur l'Essai de Carte tectonique de la Belgique, présenté par M. Deladrier	145
<i>G. Simoens.</i> — Quelques considérations sur la tectonique de la vallée de la Senne	151
<i>F. Halet.</i> — Un glissement de terrain aux environs de Renaix	161

ANNEXE A LA SÉANCE DU 14 JUIN 1904 :

Notes et informations diverses :

Le pétrole et les anticlinaux	162
---	-----

MÉMOIRES.

<i>Ad. Kemna.</i> — Les récentes découvertes de poissons fossiles primitifs. (Deuxième notice).	3
<i>F. de Montessus de Ballore.</i> — Les Andes méridionales sismiques. (Planche I).	79
<i>F. Dienert.</i> — Contribution à l'étude de la température des sources. (Planche II).	108
<i>J. Cornet.</i> — Sur la signification morphologique des collines des Flandres.	115
<i>Émile Deladrier.</i> — Essai d'une carte tectonique de la Belgique. (Planche III).	125
<i>W. Prinz.</i> — Quelques remarques générales à propos de l'essai de carte tectonique de la Belgique présenté par M. Deladrier (Planches IV et V)	139
<i>E. Cuvelier et L. Dubuisson.</i> — Note sur le puits artésien de la nouvelle École militaire, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.	153
<i>H. Buttgenbach.</i> — Les dépôts aurifères du Katanga	173
<i>X. Stainier.</i> — Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges	187

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS.

<i>Schulz-Briesen.</i> — A propos des terrains qui recouvrent les couches carbonifères du bassin westphalien-rhénan. (Planches I à IV)	3
<i>J. Cornet.</i> — La Meuse ardennaise	21

850.6493

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

DIX-HUITIÈME ANNÉE — TOME XVIII — FASCICULE III

(DEUXIÈME SÉRIE — TOME VIII)

PROCÈS-VERBAUX : feuilles 11b (8 pages), 12 à 14 et 15a (8 pages).

MÉMOIRES : feuilles 14, 15 et 16a (4 pages) et planche VI.

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS : feuille 3 (10 pages).

1904

Publié par les soins du Secrétaire général, M. E. VAN DEN BROECK

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

Novembre 1904

SOMMAIRE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

	Pages.
Séance mensuelle du 19 juillet 1904	165
<i>X. Stainier.</i> — Du caractère éruptif de la porphyroïde de Grand-Manil.	170
<i>X. Stainier.</i> — Sur des minéraux du terrain houiller de Belgique	173
<i>A. Rutot.</i> — Sur l'absence de faille dans la vallée de la Senne et sur quelques questions relatives à l'échelle stratigraphique du Paniselien	178

ANNEXE A LA SÉANCE DU 19 JUILLET 1904 :

Bulletin bibliographique :

<i>O. van Ertborn.</i> — Sondages houillers de la Campine	183
<i>E. Lozé.</i> — La houille dans l'Empire du Japon	192

Séance mensuelle du 18 octobre 1904 193

Programme provisoire de la Section de Géologie appliquée du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée, à Liège en 1905.	194
Extrait du règlement ainsi que du programme d'études et de recherches de l'Institut central des Mines de Francfort-sur-Mein	195
<i>L. Dollo.</i> — Les Mosasauriens de la Belgique. (<i>Discussion.</i>)	201
<i>L. Dollo.</i> — L'origine des Mosasauriens. (<i>Discussion.</i>)	208
<i>M. Tecqmenne.</i> — De la présence de l'ammoniaque dans l'eau des puits tubulaires	209

ANNEXE A LA SÉANCE DU 18 OCTOBRE 1904 :

Bulletin bibliographique :

<i>P. Fourmarier et A. Renier.</i> — Étude paléontologique et stratigraphique du Terrain houiller du Nord de la Belgique	215
<i>Alb. Meurice et Lucien Denoël.</i> — Analyse des charbons des sondages de la Campine	216
<i>I.-M.-K. Pennink.</i> — De « prise d'eau » der Amsterdamsche duinwaterleiding.	217
<i>F. Rinne.</i> — Le microscope polarisant.	225

Notes et informations diverses :

Trépan et Raky	228
<i>Albert Brun.</i> — La dernière éruption du Vésuve	228

T. S. V. P.

MÉMOIRES.

	Pages.
<i>L. Dollo.</i> — Les Mosasauriens de la Belgique (avec planche VI)	207
<i>L. Dollo.</i> — L'origine des Mosasauriens	217
<i>O. van Ertborn.</i> — De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue	223

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS.

<i>G. Agamennone.</i> — Détermination des bradysismes dans l'intérieur des continents au moyen de la photographie. (Traduction par <i>G. Engerrand.</i>) . . .	29
---	----

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

DIX-HUITIÈME ANNÉE, TOME XVIII, FASCICULE IV (final)

(DEUXIÈME SÉRIE — TOME VIII)

PROCÈS-VERBAUX : feuilles 15b (8 pages), 16 à 21 et 22 (5 pages) et planches B et C.

MÉMOIRES : feuilles 16b (12 pages) et 17.

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS : feuille 4 et planche V.

TABLES : feuilles C, D et E.

1904

Publié par les soins du Secrétaire général, M. E. VAN DEN BROECK

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

Mars 1905



SOMMAIRE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

	Pages.
Séance mensuelle du 15 novembre 1904.	233
W. Prinz. — La déformation des matériaux de certains phyllades ardennais n'est pas attribuable au « flux » des solides (<i>première communication</i>) [sera insérée aux <i>Mémoires</i> de 1905]	234
A. Rutot. — Nouvelles trouvailles dans le Montien supérieur	235
A. Rutot. — Le facies sparnacien du Landenien supérieur aux sablières de la Courte, à Leval-Trahegnies	236
A. Rutot. — Nouvelles découvertes paléontologiques dans les carrières du Hainaut, à Soignies	237
E. Deladrier. — Un projet de détournement de la Lesse dans la région de Han.	239
Eug. Dubois. — Sur un équivalent du Forest-Bed de Cromer dans les Pays-Bas. (Traduction de l'anglais avec une note additionnelle par M. O. van Ertborn.)	240

ANNEXE A LA SÉANCE DU 15 NOVEMBRE 1904 :

Bulletin bibliographique :

Guillaume Lambert. — Découverte d'un puissant gisement de minerais de fer dans le grand bassin houiller de la Belgique.	253
L. Carez. — Sur la cause de la présence du Crétacé supérieur à de grandes altitudes sur les feuilles de Luz et d'Arδος (Pyrénées).	254

Notes et informations diverses :

Agitation volcanique.	256
Sources chaudes du Simphon	256

Séance mensuelle du 20 décembre 1904. 257

O. van Ertborn. — De l'âge du « Flandrien » de la province d'Anvers et du pays de Waes.	257
W. Prinz. — La déformation des matériaux de certains phyllades ardennais n'est pas attribuable au « flux » des solides (<i>deuxième communication</i>) (sera inséré aux <i>Mémoires</i> de 1905)	262
A. Rutot. — Sur la non-existence, comme terme autonome de la série quaternaire, du limon dit « des hauts plateaux ».	262
F. de Montessus de Ballore. — Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique (inséré aux <i>Mémoires</i>)	274
F. Halet. — Coupe du puits artésien de Laeken (Gros-Tilleul). (Planche B.).	274
Baron Greindl et E. Van den Broeck. — La Classe de Géologie à la Section nationale des Sciences de l'Exposition de Liège, en 1905	292

ANNEXE A LA SÉANCE DU 20 DÉCEMBRE 1904 :

Bulletin bibliographique :

J. E. S. Moore. — The Tanganyika Problem.	294
Archibald Geikie. — Éléments de Géologie sur le Terrain	306
Ph. Moulan. — Origine et formation des minerais de fer.	310
Tito Alippi. — Le « Baturlio della marina » dans le pays d'Arezzo et la « Romba di Sassuolo » dans les environs de Modène et de Bologne.	312

T. S. V. P.

<i>Notes et informations diverses :</i>		Pages.
Le tunnel du Simplon au mois d'octobre 1904		313
Les forêts et leur influence sur le régime des eaux.		314
S. E. Lassimone. — Les orages et les sources		315
L'hygiène publique en Belgique		316
Installation de déferrication de la distribution d'eau à Turnhout.		316
Création à l'école des Mines du Hainaut d'un enseignement spécial destiné aux ingénieurs-géologues		317
Procédé rapide pour déterminer l'opacité des eaux		318
Envahissement de la mer sur les côtes de la Frise		318
Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1904 (22 décembre 1904).		319
Rapport annuel du Président		319
E. Lagrange. — Les stations sismiques de Quenast et de Frameries		327
A. Jérôme. — Compte rendu sommaire des excursions, dans les Luxembourgs belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie pendant sa session extraordinaire de 1904		330
Approbation des comptes de l'année 1904 et rapports du Trésorier		335
Bilan de l'exercice 1904 et budget de 1905		336
Session annuelle extraordinaire de 1905 et programme des excursions de l'année.		337
Élections		338
Composition du Bureau, du Conseil et des Comités.		339
Modifications à certains points des articles 14, 12, 15, 17, 19 et 20 des Statuts.		340
Coopération de la Société à la <i>Section des Sciences</i> de l'Exposition de Liège et au Congrès de Géologie appliquée à Liège, en 1905		341
Installation du Bureau pour l'exercice 1905		341

MÉMOIRES.

F. de Montessus de Ballore. — Géosynclinaux et régions à tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique	243
---	-----

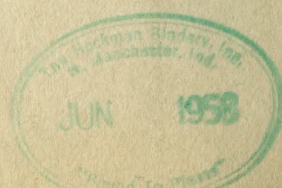
TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS.

Schulz-Briesen. — Les gisements de houille et de sels de potasse de la rive gauche du Rhin et les couches de minette du forage de Bislich. (Traduction de M. C. Van de Wiele.) (Planche V.)	39
---	----

TABLES INDEX ET LISTES.

Bibliothèque de la Société :

1 ^o Liste des auteurs d'ouvrages <i>non périodiques</i> reçus en don par la Société pendant l'année 1904	XXXV
2 ^o Liste générale des échanges <i>périodiques</i> faits par la Société, comprenant la liste des ouvrages périodiques reçus en échange par la Société pendant l'année 1904	XXXVIII
Index alphabétique des localités belges au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques.	LII
Table des planches.	LVII
Table des matières des communications scientifiques , disposées systématiquement et par ordre de chronologie géologique	LXI
Index des rubriques de la Table chronologique	LXX
Table générale des matières contenues dans le tome XVIII (1904) du <i>Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie</i>	LXXI
Errata	LXXVIII



SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01368 3875